

# PERENCANAAN SISTEM PENGAMAN KANTUNG UDARA PADA MOBIL DENGAN FUZZY LOGIC NLX 220

## TUGAS AKHIR

Oleh :

HERMAN SUPRAPTO

NRP. 2291.100.081

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	19-7-2000
Terima Dari	H
Agenda Prp.	21-1124.

RSE  
629.89  
Sup  
p-1  
1999



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1999

**PERENCANAAN SISTEM PENGAMAN KANTUNG  
UDARA PADA MOBIL DENGAN FUZZY LOGIC NLX 220**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Pada**

**Bidang Studi Elektronika**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**S u r a b a y a**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. MOCH MOEFADOL ASY.**

**Dosen Pembimbing II**

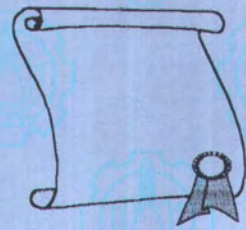
**Ir. HARRIS PIRNGADI, MT.**

**S U R A B A Y A**

**Februari, 1999**







**TUGAS AKHIR**

**ABSTRAK**

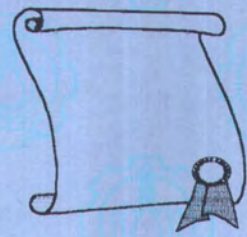
## ABSTRAK

*Sebagian kecelakaan yang berakibat fatal adalah tidak adanya atau tidak berfungsinya sistem pengaman yang berfungsi untuk melindungi penumpang dalam mobil itu sendiri. Pada saat ini telah dikembangkan mobil-mobil yang dilengkapi dengan banyak sistem keamanan yang memadai salah satunya adalah dengan kantung udara (air bag). Air bag ini merupakan sistem pengaman yang penting sebagai pelindung penumpang dari benturan dikepala, leher dan dada yang merupakan daerah vital manusia.*

*Dalam tugas akhir ini akan direncanakan dan direalisasikan suatu prototipe pengaman kantung udara pada mobil dengan menggunakan fuzzy logic controller. Pengontrolan dilakukan dengan mengukur dan membaca data dari sensor oleh controller fuzzy. Data tersebut berupa data kecepatan dan benturan, kemudian diolah oleh fuzzy logic controller berdasarkan aturan rule-rule yang telah ditentukan untuk mengembangkan kantung udara.*

*Dengan prototipe alat ini dapat dilihat sistem kerja dari pengaman kantung udara, dimana kantung akan mengembang bila kondisi kecepatan dan benturan terpenuhi. Dengan adanya sensor benturan yang terpasang dan penggunaan controller fuzzy, prototipe ini menjadi lebih adaptif dimana prototipe ini dapat menganalisa setiap kondisi kecepatan dan benturan dan dapat mengatur besarnya kantung yang diperlukan untuk menghindarkan bahaya benturan yang terlalu keras dari kantung sendiri.*





**TUGAS AKHIR**

**KATA PENGANTAR**

## **KATA PENGANTAR**

Atas berkat karunia Tuhan Yang Maha Esa, penulis mengucapkan syukur yang sedalam-dalamnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dalam waktu yang telah ditentukan. Tugas Akhir yang diambil berjudul :

### **" PERENCANAAN SISTEM PENGAMAN KANTUNG UDARA PADA MOBIL DENGAN FUZZY LOGIC NLX 220 "**

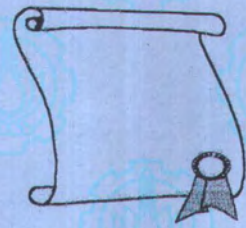
Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dengan menyadari segala kekurangan serta keterbatasan yang ada dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk ilmu pengetahuan dan bahan masukan bagi pembaca, Amin.

Surabaya, Februari 1999

Penulis





**TUGAS AKHIR**

**UCAPAN TERIMA KASIH**

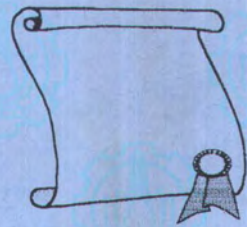
## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, dengan penuh rasa hormat penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- Bapak Ir. Teguh Yuwono, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS Surabaya.
- Bapak Ir Soetikno, selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika, jurusan Teknik Elektro FTI - ITS Surabaya.
- Bapak Ir Moch Moefadol Asy, selaku dosen pembimbing I
- Bapak Ir Harris Pirngadi, selaku dosen pembimbing II
- Semua dosen yang ada dilingkungan Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS Surabaya.
- Seluruh Staf dan karyawan di jurusan teknik Elektro FTI-ITS
- Ayah, Ibu, Dik Wawan, Susi dan si kecil Helmi serta Sulis dan P. Hari atas segala dorongan dan pengertiannya
- PKT Terutama untuk Mbak Ayuk, Mas Bahil, Hora serta buat Prapti dan Ina
- Teman Penderitaan Nawang, Eko, Toufan, Jarwo
- Semua rekan-rekanku di kampus di bidang studi Elektronika yang telah banyak memberikan bantuan, sumbangan pemikiran serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas ini.

Semoga segala dorongan, bimbingan dan bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Alloh SWT





**TUGAS AKHIR**

**DAFTAR ISI**

## DAFTAR ISI

Lembar Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Abstrak .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Ucapan Terima Kasih .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xii
 BAB I PENDAHULUAN .....	 1
1.1.LATAR BELAKANG .....	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH .....	2
1.3. PEMBATAAN MASALAH .....	4
1.4. TUJUAN .....	5
1.5. METODOLOGI .....	6
1.6. SISTEMATIKA PEMBAHASAN .....	6
1.7. RELEVANSI .....	7
 BAB II TEORI PENUNJANG .....	 8
2.1. SISTIM PENGAMAN KANTONG UDARA .....	8
2.1.1.Konsep Sistem Kantong Udara .....	9



2.1.1.1.Kantong Udara Belum Tentu Aman Untuk Anak	10
2.1.1.2.Sistem Pengembangan Kantong Udara	
Pada Mobil Opel .....	10
2.1.1.3.Kantong Udara Mobil Akan Diperbaiki ...	11
2.1.2.Kantong Udara Dan Sabuk Pengaman .....	11
2.2. SENSOR DAN TRANDUSER .....	13
2.2.1.Sensor Kecepatan .....	13
2.2.1.1.Tranduser .....	13
2.2.1.2.Pengubah Frekuensi Ke Tegangan .....	13
2.2.2.SENSOR BENTURAN .....	16
2.2.2.1.Tranduser .....	16
2.2.2.2.Rangkaian jembatan Wheatstone .....	17
2.3. PENGUAT OPERASIONAL .....	19
2.3.1.PENGIKUT TEGANGAN .....	19
2.3.2.PENGUAT INSTRUMENTASI .....	20
2.4. DASAR KONVERSI SINYAL .....	21
2.4.1.Analog To Digital Converter .....	21
 BAB III TEORI LOGIKA FUZZY .....	 26
3.1. PENDAHULUAN .....	26
3.2. STRUKTUR DASAR LOGIKA FUZZY .....	29
3.2.1.Unit Fuzzifikasi .....	30
3.2.2.Unit Pengambilan Keputusan Fuzzy (Knowledge Base)	31

3.2.3. Unit Defuzzifikasi .....	31
3.3. CHIP FUZZY NLX220 .....	32
3.3.1. Pendahuluan .....	32
3.3.2. Deskripsi PIN .....	34
3.3.2.1. Input .....	34
3.3.2.2. Output .....	35
3.3.3. Arsitektur Device .....	38
3.3.4. membership Function .....	40
3.3.5. Variable Fuzzy .....	42
3.3.6. Rule .....	43
3.3.7. Evaluasi Rule .....	43
3.3.8. Floating Membership Function .....	44
3.3.9. Operasional Device .....	46
3.3.10. Mode InAktive .....	49
3.3.11. Organisasi Memori .....	50

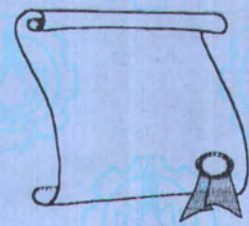
#### BAB IV PERENCANAAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT

LUNAK .....	51
4.1 BLOK DIAGRAM .....	51
4.2. PERENCANAAN PERANGKAT KERAS .....	52
4.2.1. Modul Fuzzy NLX220 .....	52
4.2.2. Sensor Kecepatan .....	53
4.2.3. Sensor Benturan .....	55



4.2.4.Rangkaian Jembatan .....	57
4.2.5.Display Seven Segment .....	58
4.2.6.Rangkaian Pengubah Frekuensi Ke Tegangan .....	59
4.2.7.Rangkaian Instrumentasi .....	60
4.3. PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK .....	61
4.3.2.Input .....	62
4.3.2.Output .....	63
4.3.3.Variable .....	63
4.3.4.Rule .....	65
 BAB V PENGUJIAN DAN PENGUKURAN .....	 67
5.1. PENGUJIAN ALAT .....	67
5.2. PENGUJIAN DAN PENGUKURAN .....	69
 BAB VI PENUTUP .....	 73
6.1. KESIMPULAN .....	73
6.2. SARAN .....	74
 DAFTAR PUSTAKA .....	 75
 LAMPIRAN	





**TUGAS AKHIR**

**DAFTAR GAMBAR**

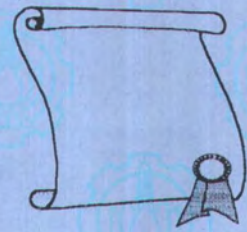


## DAFTAR GAMBAR

1.1	BLOK DIAGRAM SISTEM .....	3
2.1	GAMBAR DARI OPTOCOUPLER .....	13
2.2	BLOK DIAGRAM PENGUBAH FREKUENSI KE TEGANGAN	15
2.3	RANGKAIAN DASAR JEMBATAN WHEATSTONE	18
2.4	RANGKAIAN JEMBATAN DENGAN OP-AMP .....	19
2.5	PENGIKUT TEGANGAN .....	20
2.6	PENGUAT INSTRUMENTASI .....	21
2.7	BLOK DIAGRAM DUAL SLOVE A/D CONVERTER ....	25
3.1	FUNGSI MEMBERSHIP BOOLEAN DAN FUZZY ....	26
3.2	ISTILAH-ISTILAH DALAM FUNGSI MEMBERSHIP ....	27
3.3	FUNGSI S .....	27
3.4	FUNGSI $\pi$ .....	28
3.5	FUNGSI SEGITIGA .....	29
3.6	TIPIKAL SISTEM KONTROL DENGAN FUZZY LOGIC ....	30
3.7	STRUKTUR DASAR FUZZY LOGIC CONTROL .....	30
3.8	SUSUNAN PIN NLX220 .....	34
3.9	BLOK DIAGRAM NLX220 .....	39
3.10	JENIS MEMBERSHIP FUNCTION .....	41
3.11	MEMBERSHIP FUNCTION KECEPATAN .....	42
3.12	OVERLAP DUA MEMBERSHIP FUNCTION .....	42
3.13	FUZZIFIKASI DARI TEMPERATUR INPUT .....	43

3.14	FLOATING MEMBERSHIP FUNCTION .....	44
3.15	MODE IMMEDIATE DEFUZZIFIKASI .....	49
3.16	MODE ACCUMULATE DEFUZZIFIKASI .....	49
4.1	MODUL FUZZY NLX220 .....	53
4.2	RANGKAIAN SENSOR KECEPATAN .....	54
4.3	TRANDUSER PEGAS .....	56
4.4	RANGKAIAN SENSOR BENTURAN .....	58
4.5	RANGKAIAN DISPLAY SEVEN SEGMENT .....	59
4.6	PENGUBAH TEGANGAN ANALOG KE FREKUENSI .....	60
4.7	MODUL INSTRUMENTASI BENTURAN .....	61
4.8	HUBUNGAN INPUT OUTPUT PADA FUZZY .....	62





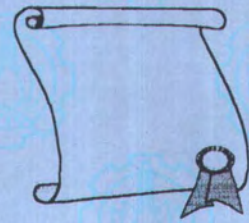
**TUGAS AKHIR**

**DAFTAR TABEL**

## DAFTAR TABEL

1. <b>Tabel 1.</b> Absolute Maximum Rating $T_a = 25\text{ C}$ .....	36
2. <b>Tabel 2.</b> Analog Conversion Specification.....	36
3. <b>Tabel 3.</b> Specification and Recommended Operating Condition.....	37
4. <b>Tabel 4.</b> Alokasi Memori NLX220.....	50
5. <b>Tabel 5.</b> Tabel Uji Kecepatan.....	70
6. <b>Tabel 6.</b> Tabel Uji Sensor Benturan.....	71





**TUGAS AKHIR**

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Perkembangan teknologi elektronika telah banyak memberikan suatu kemudahan bagi manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari, mulai dari lingkungan rumah tangga sampai dunia usaha. Dalam dunia usaha, teknologi elektronika telah banyak digunakan dalam otomatisasi proses karena ketelitiannya, kecepatannya dan kemudahan operasinya.

Perkembangan mikroelektronik khususnya mikrokontroller sangat mendukung usaha otomatisasi secara elektronik. Dengan ukuran yang kecil dan kemampuan yang besar menjadi pilihan yang paling tepat pada segala bidang. Dalam bidang mekanis perannya cukup terlihat dengan diciptakannya robot-robot yang dioperasikan secara otomatis untuk meringankan dan mengamankan tugas-tugas manusia terutama tugas-tugas yang berbahaya. Pada tugas akhir ini diterapkan salah satu keunggulan mikrokontroller yang dipakai dalam bidang mekanis khususnya pada pengaman kantung udara pada mobil.

Karena pentingnya kantung udara tersebut maka dalam tugas akhir ini akan dicoba untuk mengetahui dan mengimplementasikan sistem pengaman kantung udara, dengan mempelajari bagaimana sistem pengaman ini bekerja.

Selama ini kantung udara yang digunakan dalam mobil bekerja dengan sistem standart yaitu sistem akan bekerja bila terjadi benturan pada kecepatan 60 Km/Jam, tanpa memperhitungkan seberapa keras benturan tersebut <sup>\*[9]</sup>



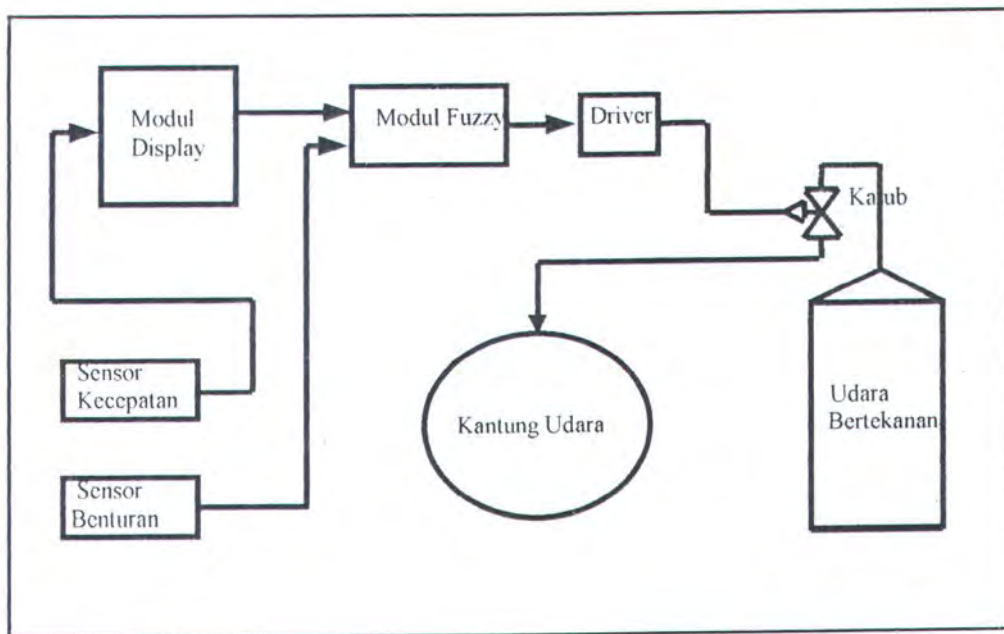
Sebagian besar kecelakaan yang fatal terjadi akibat kesalahan manusia dalam hal ini faktor pengemudi. Hal ini telah terbukti dari hasil kajian, baik di negara maju maupun di negara yang sedang berkembang. Sebagian besar kecelakaan yang berakibat fatal adalah tidak adanya atau tidak berfungsinya sistem pengaman dalam mobil itu sendiri. Sistem pengaman yang dimiliki sebuah mobil mempunyai peranan yang besar dalam menyelamatkan penumpang dari sebuah kecelakaan fatal pada suatu kecelakaan. Untuk itu perlu sekali dikembangkan sebuah sistem pengaman yang mampu melindungi penumpang bila terjadi kecelakaan.

Pada saat ini telah dikembangkan mobil-mobil yang dilengkapi dengan banyak sistem keamanan yang memadai mulai penggunaan rem Anti Brake Sistem (ABS), sabuk pengaman sampai kantung udara (Air Bag). Air Bag atau sistem pengaman kantung udara adalah sistem keamanan penumpang yang sangat penting karena merupakan sistem pengaman yang dapat melindungi penumpang dari benturan di kepala, leher dan dada yang merupakan daerah vital bagi manusia.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka dalam tugas akhir ini akan dirancang dan direalisasi serta diuji sebagai sebuah sistem pengaman kantung udara seperti yang diinginkan.

Dibawah ini digambarkan blok diagram sistem pengaman kantung udara tersebut.



Gambar 1.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram diatas menggambarkan sistem kantung udara secara global. Dari blok diagram dapat dijelaskan bahwa sistem bekerja berdasarkan 2 buah masukan atau 2 buah kondisi yaitu kecepatan mobil dan benturan yang terjadi. Kedua input tersebut akan dianalisa oleh controller yaitu Fuzzy NLX220 berdasarkan rule-rule yang telah disusun. Apabila kondisi kedua input belum memenuhi maka kantung tidak akan mengembang dan sebaliknya bila kondisi input memenuhi maka kantung akan mengembang. Dalam rancangan dan pembuatannya kantung dikembangkan dengan mengalirkan udara dari tabung bertekanan ke kantung melalui valve atau katub. Dalam pembuatan sistem ini dipakai sebuah katub, tetapi dengan 4 kondisi output, dimana proses penegembangan kantung ini untuk memberikan gambaran pengembangan kantung udara yang sebenarnya. Proses



pengembangan kantung dipengaruhi oleh kondisi-kondisi masukan yaitu keras lemahnya benturan dan kecepatan mobil itu sendiri.

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini yaitu, pertama mengenal cara kerja sistem kantung udara yang ada. Kemudian berdasarkan sistem yang ada dicoba dibuat sistem baru dengan mengacu pada sistem yang telah ada dengan berbagai perbaikan yang bisa dilakukan.

Setelah sistem dibuat, sebelum diuji sistem akan dikalibrasi terutama pada sensor-sensornya dan drivernya, kemudian sistem akan diuji secara keseluruhan dan diharapkan dapat berkerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat yaitu dapat benar-benar mengembangkan kantung untuk melindungi penumpang dari akibat kecelakaan yang fatal.

### **1.3 PEMBATASAN MASALAH**

Pada pembuatan tugas akhir ini sistem akan dibuat berdasarkan blok diagram yang telah dibuat, sehingga diharapkan sistem yang dibuat akan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Dari blok diagram sistem dirancang modulnya mulai dari transduser sampai modul fuzzynya.

Pembatasan masalah disini didasarkan pada modul yang dibuat sendiri dan modul yang tidak dibuat sendiri (sudah ada) yaitu :

Bagian yang dibuat sendiri :

- Karena pada sistem ini faktor yang mempengaruhi berkerjanya sistem adalah kecepatan mobil dan besarnya benturan maka dibuat sensor kecepatan dan sensor benturan

- Untuk menganalisa kedua masukan diatas dan memberikan output hasil analisa maka akan dibuat modul fuzzy.
- Untuk menggerakkan katub berdasarkan hasil keluaran dari fuzzy maka dibuat modul-modul driver sebagai pembuka/penutup katub dan sebagai timer lamanya katub membuka.

Bagian yang tidak dibuat sendiri :

- Tabung udara sebagai pensupply udara ke kantung
- Valve sebagai pengatur kecepatan aliran udara
- Kantung udara

Bagian-bagian yang tidak dibuat sendiri tersebut merupakan bagian dari keterbatasan sistem yang dibuat dan juga berdasarkan perancangan.

Untuk itu dalam sistem ini akan lebih baik jika digabungkan dengan sistem yang telah ada.

#### 1.4 TUJUAN

1. Mengembangkan sistem pengaman kantung udara mobil dengan menggunakan Fuzzy Logic Controller dengan parameter kecepatan mobil dan kerasnya benturan yang terjadi dalam sebuah kecelakaan sehingga diinginkan sebuah sistem yang dapat benar-benar mengamankan penumpang dari sebuah kecelakaan fatal.
2. Membuat dan mengembangkan tranduser tekanan benturan.



## 1.5 METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Studi Literatur mengenai sistem pengaman kantung udara, Fuzzy Logic NLX220 dan rangkaian elektronok pendukungnya.
- Perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak pendukungnya, yaitu dengan studi tentang komponen-komponen yang dapat memenuhi kriteria-kriteria yang telah ditentukan.
- Pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, yang meliputi pembuatan blok diagram, kemudian rangkaian lengkap dan pembuatan PCB, setelah rangkaian lengkap dibuat kemudian dibuat program (softare pendukung untuk menjalankannya).
- Pengujian dan pengkalibrasian peralatan yang dibuat serta pengukuran data dari hasil pemantauan peralatan.
- Penulisan bukutugas akhir.

## 1.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Dalam penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab yang terinci sebagai berikut :

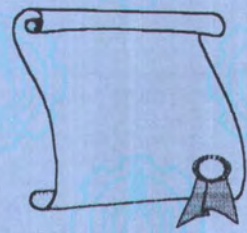
Bab I                berupa pendahuluan yang membahas latar belakang, tujuan, permasalahan, pembatasan masalah, metodologi serta sitematika dari penulisan tugas akhir ini.

- Bab II            berupa penjelasan tentang sistem dari pengaman kantung udara, transduser, analog to digital converter dan operasional amplifier.
- Bab III           berisi teori dasar logika fuzzy khususnya NLX220
- Bab IV           dibahas mengenai perencanaan, perangkat keras dan perangkat lunak yang menyangkut cara kerja dan prosedur yang dipergunakan.
- Bab V            berupa pengujian dan pengukuran alat yang dibuat serta analisa data.

## 1.7 RELEVANSI

Dengan alat ini diharapkan dapat digunakan pada keseluruhan mobil tidak hanya pada mobil-mobil mewah yang telah mempunyai keamanan standart dan juga untuk meningkatkan keandalan sistem dari pengaman kantung udara, karena pada tugas akhir ini faktor kerasnya benturan juga diperhitungkan sebagai fungsi dari kecepatan, sehingga diharapkan sistem menjadi lebih handal dimana sistem menjadi lebih luwes.





**TUGAS AKHIR**

## **BAB II** **TEORI PENUNJANG**



## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

#### **2.1 SISTEM PENGAMAN KANTUNG UDARA**

Sistem pengaman kantung udara adalah sistem pengaman yang dipasang pada mobil untuk mendampingi/melengkapi sistem sabuk pengaman. Sistem ini dipakai untuk melindungi penumpang dari benturan ketika terjadi tabrakan pada mobil. Pengaman kantung udara belum begitu populer dipasang pada mobil-mobil yang diproduksi sekarang, namun telah digunakan sebagai pengaman pada mobil-mobil mewah.

Kebanyakan kecelakaan yang menyebabkan kematian disebabkan oleh benturan-benturan yang dialami penumpang di dalam mobilnya ketika mobil telah kehilangan kendali. Saat ini untuk mengatasi kondisi tersebut dipasang sabuk pengaman sebagai alternatif agar penumpang tidak terpelanting dari kursi ketika terjadi kecelakaan. Akan tetapi sistem sabuk pengaman ini kurang bisa diandalkan apabila ada benturan dari depan, misalnya adanya dorongan dari bagian dashboard ke belakang jika benturan terlalu keras, hal ini menjadi sangat fatal apabila mengenai kepala, leher atau dada sewaktu terjadi kecelakaan. Untuk itu kemudian dibuat alternatif pengamanan yang lebih baik dari sabuk pengaman, yang kemudian digunakan sistem pengaman kantung udara. Sistem ini akan bekerja pada kondisi-kondisi yang telah ditentukan apabila terjadi kecelakaan.

Apabila terjadi tabrakan sistem akan bekerja dengan mengembangkan kantung yang dipasang pada dashboard, dengan adanya kantung ini, maka apabila ada tekanan dashboard menuju ke penumpang, maka yang pertama menekan



adalah kantung udaranya dan penumpang akan terhindar dari benturan yang keras dengan dashboard. Sistem ini sangat efektif melindungi penumpang dari kecelakaan fatal yang seharusnya masih dapat dihindari.

Walaupun demikian pemasangan sistem ini harus memperhatikan aspek keamanan dari pengemudi, penekanan yang terlalu keras pada penumpang oleh kantung disaat mengembang juga dapat berakibat fatal. Oleh karena itu maka kekerasan dan kecepatan pengembangan kantung harus diatur, serta ditentukan jarak atau posisi tempat duduk penumpang, jarak yang aman penumpang dengan dashboard adalah 10 inchi, karena pada jarak tersebut pengemudi/penumpang akan dapat terhindar dari akibat yang fatal saat pengembangan kantung itu sendiri. Pada jarak yang lebih dekat dari 10 inchi, pengemudi menjadi terlalu dekat sehingga kantung dapat menekan pengemudi yang dapat juga berakibat fatal, sefatal kecelakaannya sendir.

### **2.1.1 Konsep Sistem Kantung udara**

Sistem kerja kantung udara yang sekarang dipakai pada mobil merupakan sistem On-Off atau On-Off switch. Pada sistem ini kantung udara akan diaktifkan jika terpenuhi kondisi-kondisi yang telah ditentukan, yaitu kondisi kecepatan pada 60Km/jam, dimana pada kecepatan tersebut dan diatasnya apabila terjadi suatu benturan/tabrakan maka sistem akan terswitch ON dan kantung akan membuka.<sup>\*[9]</sup> Pembukaan kantung ini tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor kecepatan maupun besarnya benturan, jadi kantung hanya membuka bila kondisi kecepatan terpenuhi tanpa adanya faktor benturan/tabrakan.

### **2.1.1.1 Kantung Udara Belum Tentu Aman Untuk Anak-Anak**

Mendudukan anak pada kursi depan sangat berbahaya walaupun mobil telah dilengkapi kantung udara, juga penempatan kursi bayi pada kursi depan akan mengakibatkan kursi terlalu dekat dengan kantung udara, hal ini akan sangat membahayakan karena hantaman kantung yang terlalu keras.

Menurut laporan NHTSA (Badan Keselamatan Angkutan Manusia Amerika) tahun 1966 tercatat lima bayi meninggal akibat kesalahan semacam itu. Kasus-kasus terakhir terjadi karena pengereman mendadak yang mengakibatkan anak-anak dihempas kantung udara yang sedang mengembang. <sup>\*[10]</sup>

### **2.1.1.2 Sistem Pengembangan kantung udara Pada Mobil Opel**

Kantung udara pada awalnya hanya dipakai pada mobil-mobil mewah, selanjutnya pada tahun-tahun belakangan ini kantung udara sudah menjadi perlengkapan pilihan yang bisa diminta konsumennya. Pada dasarnya semua kantung udara itu prinsipnya sama, hanya setiap pabrik yang membedakan ukuran, lokasi sensor, kekuatan ledakan gelembung, masa pelipatan kembali, serat bahan bakunya. Lazimnya mobil-mobil eropa menawarkan kantung udara berukuran 35-50 liter untuk pengemudi, dan 65 liter untuk penumpang depan. Desain kantung udara opel berukuran 65-75 liter untuk pengemudi dan 100-150 liter untuk penumpang depan.

Sistem kerja kantung udara dimulai dari kapsul kontak yang dipasang pada dasbord atau kemudi, reaktor udara berisi tablet asam natrium, dan sensor elektronik terpasang pada simpul keranjang pembungkus. Sensor ini punya kepekaan setara dengan benturan yang terjadi akibat tabrakan keras. Yang pertama dipicu apabila terjadi tabrakan adalah sensor memerintahkan asam natrium untuk melepaskan nitrogen untuk menimbulkan tekanan udara yang mengisi bantal udara dalam sepersekian puluh detik. Kekuatan benturan harus dapat dideteksi dalam 20 milidetik saja, kantung akan bereksi dalam 5 sampai 7 milidetik dan perlu 12 milidetik lagi untuk mengembang penuh



Setelah tugas kantung udara selesai mengganjal penumpang dari benturan, kantung akan mengempis sendiri dan melipat seperti setangkep roti bakar dan kemudian mengulung kembali<sup>[9]</sup>.

### **2.1.1.3 Kantung udara Mobil Akan Diperbaiki**

Tiga perusahaan besar mobil Amerika sepakat mempercepat riset untuk menemukan kantung udara yang aman, yang ampuh mengurangi kecelakaan fatal pada pengemudi dan anak-anak atau penumpang bertubuh pendek yang duduk dibangku depan dari menggelembungnya kantung udara saat terjadi kecelakaan.

Dewan riset Otomotif Amerika (USCAR) dalam pernyataannya mengatakan sedang mengupayakan untuk menemukan kantung udara yang aman., yang pertama dilakukan adalah mendefinisikan bagaimana bentuk kantung udara yang cerdas. Sampai saat ini belum ada konsensus tentang kantung udara yang cerdas itu. Sebuah definisi mengatakan sebagai kantung yang mengetahui bahwa ia tidak mengembang apabila yang duduk di depannya adalah anak-anak dan orang dewasa yang bertubuh pendek. Penumpang anak-anak cenderung untuk selalu berpindah pindah tempat tanpa sabuk pengaman hal ini sangat membahayakan karena pada saat terjadi kecelakaan anak akan terlempar kedepan dan kantung yang mengembang akan melemparkannya kembali kebelakang, tentu ini sangat membahayakan dan bagi penumpang bertubuh pendek akan lebih mudah cedera leher dan kepala, yang disebabkan hantaman kantung yang terlalu keras karena jarak kepala dan dashboard atau kemudi cuma sekitar 6 cm.. Menurut catatan NHTSA tercatat 10 dari 16 korban kantung udara adalah orang bertubuh kurang dari 155 cm<sup>[10]</sup>.

### **2.1.2 Kantung Udara dan Sabuk Pengaman**

Pemasangan kantung udara akan efektif jika disertai atau dilengkapi dengan pemasangan sabuk pengaman, yang mana sabuk pengaman akan menahan penumpang tetap pada posisinya apabila terjadi benturan. Sabuk pengaman akan menahan penumpang tetap pada kursinya sebarang apapun besarnya benturan. Hal ini

berhubungan dengan hukum kekekalan momentum dimana suatu benda yang mulanya bergerak bersama, maka apabila benda pembawa berhenti maka kecepatan benda yang dibawa akan besar sekali.

Hk. Kekekalan momentum :

$$(M_1 + M_2)V = M_1V_1 + M_2V_2$$

$$(M_1 + M_2)V = 0 + M_2V_2$$

$$V_2 = \frac{(M_1 + M_2)V_1}{M_2}$$

dimana :

$M_1$  = massa benda pembawa/Mobil

$M_2$  = Massa penumpang

$V$  = Kecepatan awal

$V_1$  = Kecepatan mobil akhir

$V_2$  = Kecepatan penumpang akhir

Bisa dibayangkan jika massa mobil 1500Kg, massa penumpang 60Kg dan kecepatan awal 60Km/jam, maka kecepatan akhirnya adalah

$$V_2 = \frac{(1500 + 60) * 60}{60}$$

$$V_2 = 1560 \text{ Km} / \text{Jam}$$

Dimana kecepatan tersebut sama dengan 443,33 m/s. Misalkan jarak penumpang dengan dashboard 25,4cm (0,254m) maka untuk membentur dashboard penumpang hanya perlu waktu 0.573 ms saja, dalam waktu tersebut kantung udara belum mengembang maksimal.



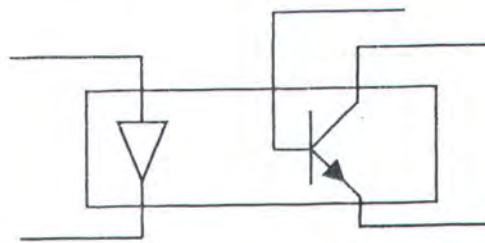
Dengan dipasangnya sabuk pengaman maka penumpang akan tetap ditahan pada kursinya dan kantung udara akan efektif untuk melindungi penumpang dari kemungkinan benturan-benturan yang terjadi.

## 2.2 SENSOR DAN TRANDUSER

### 2.2.1 Sensor Kecepatan

#### 2.2.1.1 Tranduser

Tranduser yang digunakan adalah berupa optocoupler yang ada dipasaran. Optocoupler akan mengubah kecepatan menjadi frekuensi. Sensor ini didasarkan pada cara kerja dari optocoupler dimana transistor pada optocoupler akan terdrive bila ada cahaya yang mengenainya. Sumber cahaya ini diperoleh dari led diode, jadi bila cahaya tertutupi maka transistor akan off dan sebaliknya bila ada cahaya yang mengenai transistor maka transistor akan terdrive on.



Gambar 2.1 Gambar dari optocoupler

#### 2.2.1.2 Pengubah Frekuensi Ke Tegangan

Pengubah frekuensi ke tegangan biasanya digunakan sebagai tachometer untuk keperluan pengukuran frekuensi. Blok diagram dari sebuah pengubah frekuensi ke tegangan adalah seperti gambar 2.2.

Bagian pertama dari operasi pengubah frekuensi ke tegangan adalah differensial anplifier yang mengemudikan sebuah umpan balik positif dari rangkaian flip-flop. Tegangan treshold masukan adalah jumlah dari tegangan input differensial dimana keluaran pada bagian ini berubah keadaannya. Bagian masukan seterusnya adalah charge pump dimana masukan frekuensi dikonversikan ke tegangan DC. Untuk itu diperlukan sebuah kapasitor filter. Bila masukan berubah keadaannya, kapasitor pewaktu dimuati atau dikosongkan secara linier diantara dua tegangan yang selisihnya sama dengan  $V_{CC}/2$ . Kemudian dalam setengah siklus frekuensi masukan atau waktu sama dengan  $\frac{1}{2} f_{IN}$  perubahan muatan kapasitor pewaktu sama dengan  $V_{CC}/2 \times C_1$ . Jumlah rata-rata arus yang dipompakan ke dalam atau keluar dari kapasitor sama dengan :

$$\frac{Q}{T} = I_C = X(Avg) = C_1 * \frac{V_{CC}}{2} * (2 f_{IN}) = V_{CC} * f_{IN} * C_1$$

Rangkaian keluaran menduplikasikan arus ini secara akurat ke dalam resistor beban  $R_1$  yang dihubungkan ke ground, sehingga pulsa-pulsa arus diintegrasikan dengan kapasitor filter, sehingga  $V_C = I_C * R_1$  dan total konversinya menjadi sama dengan :

$$V_O = V_{CC} * f_{IN} * C_1 * R_1 * K$$

Dimana  $K$  adalah konstanta gain, umumnya sama dengan 1.

Besarnya  $C_2$  tergantung pada jumlah tegangan ripple yang diijinkan dan waktu tanggap yang diperlukan.

Ada beberapa batasan dalam pemilihan  $R_1$  dan  $C_1$  agar sistem bekerja secara optimum. Kapasitor pewaktu juga memberikan kompensasi internal untuk charge pump dan selalu dijaga lebih besar dari 100pF untuk operasi-operasi yang sangat



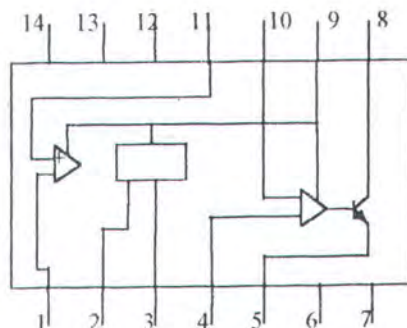
akurat. Harga yang terlalu rendah dapat menyebabkan kesalahan arus dalam  $R_1$ , terutama pada temperatur rendah. Beberapa anggapan harus diperhatikan pada pemilihan harga  $R_1$ . Arus keluaran pada pin 3 secara internal selalu ada, oleh karena itu  $V_O/R_1$  harus lebih kecil atau sama dengan harga ini. Juga tegangan ripple keluaran harus diperhatikan dan harga dari  $C_2$  dipengaruhi oleh besarnya  $R_1$ . Tegangan ripple keluaran pada pin 3 untuk satu kombinasi  $R_1C_2$  sama dengan :

$$V_{ripple} = \frac{V_{CC}}{2} * \frac{C_1}{C_2} \left( 1 - \frac{V_{CC} * f_{IN} * C_2}{I_2} \right) pk - pk$$

Tampak bahwa  $R_1$  dapat dipilih terpisah dari pengaruh ripple, namun waktu tanggap meningkat sesuai dengan neningkatnya harga  $C_2$ , sehingga pertimbangan-pertimbangan antara ripple, waktu tanggap dan linearitas harus dipilih secara tepat.

Sebagai pertimbangan terakhir, frekuensi input maksimum yang diijinkan ditentukan oleh  $V_{CC}$ ,  $C_1$  dan  $I_2$  :

$$f_{max} = \frac{I_2}{C_1 * V_{CC}}$$



Gambar 2.2 Blok diagram pengubah frekuensi ke tegangan

## 2.2.2 SENSOR BENTURAN

### 2.2.2.1 Tranduser

Tranduser yang digunakan adalah sebuah pegas dan resistor variable. Konsep dasar dari tranduser ini adalah, sebuah pegas apabila diberi Gaya sebesar  $F$ , maka akan memanjang/memendek sebesar :

$$x = F/k$$

Dimana :

$F$  : Gaya (N)

$k$  : Konstanta pegas (N/m)

$x$  : besarnya perubahan panjang pegas (m)

Apabila tranduser ini dipasang maka, saat terjadi benturan pegas akan memandek sebesar  $x$  meter.

Diasumsikan bahwa mobil yang bertabrakan mempunyai massa  $m_1$  dan  $m_2$  dengan kecepatan  $v_1$  dan  $v_2$  maka besarnya pemendekan pegas sesuai dengan persamaan :

$$\begin{aligned} - \quad & \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} k x^2 \\ - \quad & x^2 = (\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2) / (\frac{1}{2} k) \\ - \quad & x^2 = (m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2) / k \\ - \quad & x = \sqrt{\frac{(m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2)}{k}} \end{aligned}$$

Dari kedua persamaan diatas maka dapat diketahui besarnya Gaya benturan ( $F$ ) yang terjadi dan besarnya kecepatan kedua mobil tersebut.

Konstanta pegas harus ditentukan sebagai fungsi benturan dan kecepatan. Pada mobil Volvo, mobil dicoba dengan benturan sebesar 5000Kg dengan kecepatan sekitar 50Km/jam dimana pada percobaan diatas bodi mobil bagian depan rusak,



akan tetapi karena bodi mobil Volvo digunakan juga sebagai pelindung penumpang maka bagian kabin tidak sampai rusak dan dari percobaan ini perancangan konstanta pegas dapat dilakukan. Dalam perancangan ini digunakan perumusan sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

$$m \cdot v^2 = k \cdot x^2$$

Diasumsikan bahwa panjang pegas adalah 3cm (0,03m) dan kecepatan benturan 40Km/jam (11,1m/s), sehingga besarnya konstanta pegas dapat dihitung sebagai

$$m \cdot v^2 = k \cdot x^2$$

$$5000 \cdot 11,1^2 = k \cdot 0,03^2$$

$$k = \frac{5000 \cdot 11,1^2}{0,03^2}$$

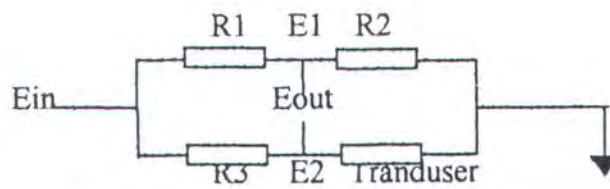
$$= 684500000 \text{ N/m}$$

Perubahan panjang pegas tersebut akan sesuai dengan perubahan resistansi dari resistor variable, yang akan menunjukkan besarnya benturan yang terjadi.

#### 2.2.2.2 Rangkaian Jembatan Wheatstone

Dasar dari sensor benturan ini adalah rangkaian jembatan Wheatstone. Rangkaian jembatan ini tersusun atas tiga buah tahanan dan sebuah transduser yang akan diukur. Gambar rangkaian jembatan dapat dilihat pada gambar 2.2.

Untuk analisa rangkaian, transduser dinyatakan sebagai sebuah resistan dengan perubahan resistansi  $\Delta R$ . R adalah harga resistansi pada acuan yang diinginkan, dan  $\Delta R$  adalah besarnya perubahan R. Untuk mengoperasikan jembatan ini kita memerlukan suatu tegangan stabil E.



Gambar 2.3 Rangkaian Dasar Jembatan Wheatstone<sup>[1]</sup>

Rangkaian jadi seimbang jika  $R_1 \cdot R_{\text{tranduser}} = R_2 \cdot R_3$ , dengan :

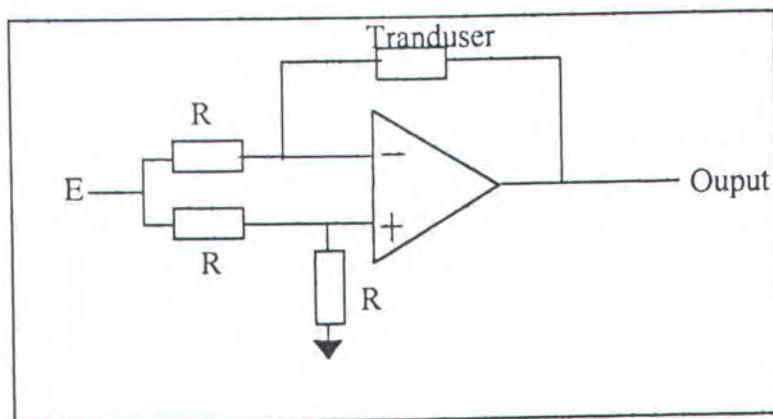
tegangan pada  $E_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_{in}$  dan

$$E_2 = \frac{R_{\text{Tranduser}}}{R_3 + R_{\text{Tranduser}}} E_{in}$$

Pada keadaan setimbang maka tegangan  $E_{out}$  adalah 0 V yaitu  $E_1 = E_2$ , dan dengan adanya perubahan resistensi transducer maka tegangan  $E_2$  akan berubah dan menyebabkan perubahan tegangan pada  $E_{out}$ .

Dalam rangkaian gambar 2.3 terlihat bahwa polaritas dari  $E_{in}$  dan  $E_{out}$  tidak sama hal ini disebabkan pengambilan referensi ground yang berbeda, maka agar diperoleh polaritas yang sama harus disusun suatu jembatan yang mempunyai ground referensi yang sama antara input dan outputnya. Rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 2.4. Rangkaian ini disusun dengan memanfaatkan kemampuan sebuah Op-Amp





Gambar 2.4 Rangkaian Jembatan Dengan Op-Amp<sup>[1]</sup>

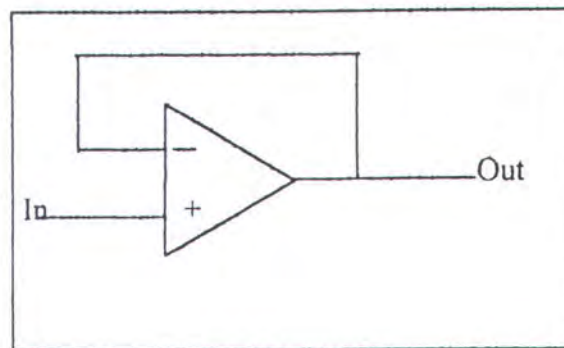
## 2.3 PENGUAT OPERASIONAL

Keluaran dari sensor mungkin lemah, untuk itu perlu dikuatkan sampai mencapai jangkauan tegangan input analog dari fuzzy dengan skala penuh dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal. Penerapan pengkondisi sinyal dalam rangkaian ini adalah sebagai penguat instrumentasi. Penguat operasional merupakan komponen utama dalam rangkaian pengkondisi sinyal.

### 2.3.1 PENGIKUT TEGANGAN

Penguat operasional sebagai pengikut tegangan merupakan penguat tegangan tak membalik yang mempunyai impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang sangat rendah dari Op-Amp. Karena sifat ini maka pengikut tegangan banyak dipakai sebagai buffer elektronik untuk mengisolasi rangkaian atau peralatan satu terhadap yang lain agar tidak terjadi interferensi antar peralatan yang tidak diharapkan.

Maka apabila diinginkan untuk mendapatkan isyarat dari suatu sumber dengan impedansi tinggi dan tidak ingin ada aliran arus, maka mula-mula sumber tersebut harus disangga dengan pengikut tegangan, kemudian keluaran dari pengikut tegangan tersebut baru dihubungkan ke rangkaian berikutnya. Rangkaian dasar dari penyangga tersebut dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pengikut Tegangan<sup>[1]</sup>

### 2.3.2 PENGUAT INSTRUMENTASI

Penguat instrumentasi adalah salah satu dari penguat–penguat yang paling bermanfaat dan serbaguna yang ada saat ini. Penguat ini dibuat dari tiga buah penguat dan tujuh tahanan. Dasar dari penguat instrumentasi adalah menghubungkan penguat tersangga ke sebuah penguat defferensial dasar

Besarnya penguatan tegangan ditentukan oleh besarnya resistor  $aR$  yaitu :

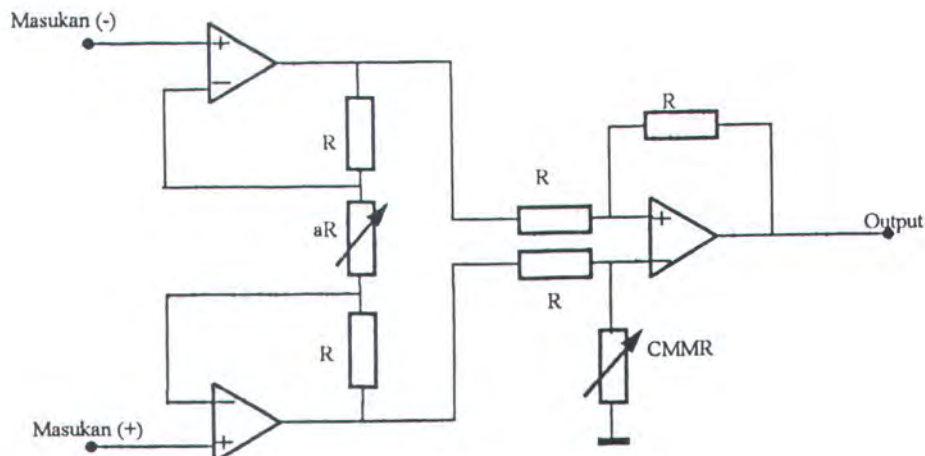
$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{2}{a}$$

$$A_v = \frac{V_o}{E_1 - E_2} = 1 + \frac{2}{a}$$

dimana  $a = aR/R$



Rangkaian dasar dari Penguat instrumentasi dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penguat intrumentasi<sup>[1]</sup>

## 2.4 DASAR KONVERSI SINYAL

Data yang akan diolah oleh mikrokontroller Fuzzy Logic harus merupakan data digital yang merupakan kode biner dengan kode '0' dan '1'. Sedangkan sinyal yang akan diolah adalah merupakan sinyal analog, untuk itu diperlukan sebuah sistem yang dapat mengubah sinyal analog tersebut ke dalam sinyal digital.

### 2.4.1 Analog to Digital Converter

ADC ( analog to digital converter ) adalah rangkaian yang dapat mengubah besaran analog menjadi bentuk digital. Tujuan dari pengubah ini adalah agar besaran yang sudah diubah dalam bentuk digital bisa dilakukan pengolahan lebih lanjut, misalnya dengan komputer digital.

Analog to digital konverter yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan ADC dari jenis Dual Slope A/D converter, yang mana merupakan rangkaian ramp generator. Pada rangkaian ini inverting input dari op-amp dijaga pada kondisi ground semu oleh op-amp. Suatu tegangan, misalnya 2 Volt dikenakan pada input dari resistor 10K yang akan menyebabkan mengalirnya arus konstan sebesar 0,2mA melalui resistor ke titik pertemuan antara ujung resistor yang lain dengan salah satu ujung kapasitor. Karena arus ini tidak dapat mengalir ke input opamp yang memiliki impedansi sangat tinggi, maka arus ini kemudian mengumpul pada plate dari kapasitor. Guna menjaga input op-amp pada kondisi ground semu, maka op-amp harus menarik arus yang besarnya sama dari plate kapasitor sisi lainnya. Saat pengisian kapasitor, tegangan output pada opamp harus naik dan lebih negatif untuk menjaga aliran arus supaya tetap konstan. Tegangan yang melintasi kapasitor selama pengisian oleh arus konstan adalah fungsi ramp linear. Jika tegangan input positif, output dari integrator ramp berpolaritas negatif, sebaliknya jika tegangan input negatif, output dari integrator ramp berpolaritas positif.

Kemiringan dari ramp dapat dihitung dengan mudah yakni dengan menggunakan hubungan  $q = CV$  untuk kapasitor dan  $q = It$ . Jika kedua persamaan digabung akan didapatkan bahwa  $\frac{\delta V}{\delta t} = \frac{I}{C}$ . Jika arus sama dengan  $V_{IN}/R$  didapatkan bahwa  $\frac{\delta V}{\delta t} = \frac{V_{IN}}{RC}$ . Tampak pada persamaan terakhir bahwa kemiringan dari  $V_{in}$  adalah tetap.



Ketika output integrator mendorong inverting input dari komparator negatif, output kapasitor bergulung menjadi positif dan mengaktifkan gerbang And. Hal ini menyebabkan clock masuk ke counter. Output integrator dibuat menjadi ramp negatif untuk sejumlah hitungan tertentu. Saat counter mencapai hitungan tertentu, rangkaian pengontrol akan mereset counter ke 0 dan memindahkan input integrator ke tegangan referensi negatif. Tegangan input negatif akan menyebabkan output integrator menjadi ramp positif. Ketika tegangan input integrator mencapai diatas 0 lagi, output komparator akan menjadi low. Rangkaian control mendeteksi transisi ini dan memberikan sinyal strobe ke latch untuk me-latch keluaran counter. Selanjutnya rangkaian kontrol akan mereset counter ke posisi 0 dan memindahkan input integrator kembali ke tegangan input. Kemudian mulai lagi proses konversi berikutnya. Jumlah dari hitungan yang telah disimpan di dalam latch adalah sebanding dengan tegangan input  $V_{in}$ .

Output integrator pada kondisi waktu yang tetap  $t_1$  turun sampai pada suatu tegangan yang sama dengan  $\frac{V_{IN}}{RC} * t_1$ . Untuk kembali ke 0, integrator harus menanjak naik sejumlah tegangan tertentu. Untuk periode integrasi referensi  $t_2$  tegangan  $V$  sama dengan  $\frac{V_{REF}}{RC} * 2$ . Kedua persamaan untuk  $V$  dapat dibuat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{V_{IN}}{RC} * t_1 = \frac{V_{REF}}{RC} * 2 \rightarrow V_{IN} * t_1 = V_{REF} * t_2 \rightarrow t_2 = V_{IN} * \frac{t_1}{V_{REF}}$$

Karena RC muncul pada kedua sisi persamaan maka akan saling meniadakan. Arti praktis dari hal ini adalah bahwa R dan C tidak memiliki pengaruh pada akurasi pembacaan keluaran. Hal ini merupakan keuntungan besar jika dibandingkan

dengan single ramp converter. Hasil akhir persamaan diatas menunjukkan bahwa output counter  $t_2$  adalah berbanding lurus hanya dengan  $V_{in}$  sebab  $V_{ref}$  dan  $t_1$  adalah konstan.

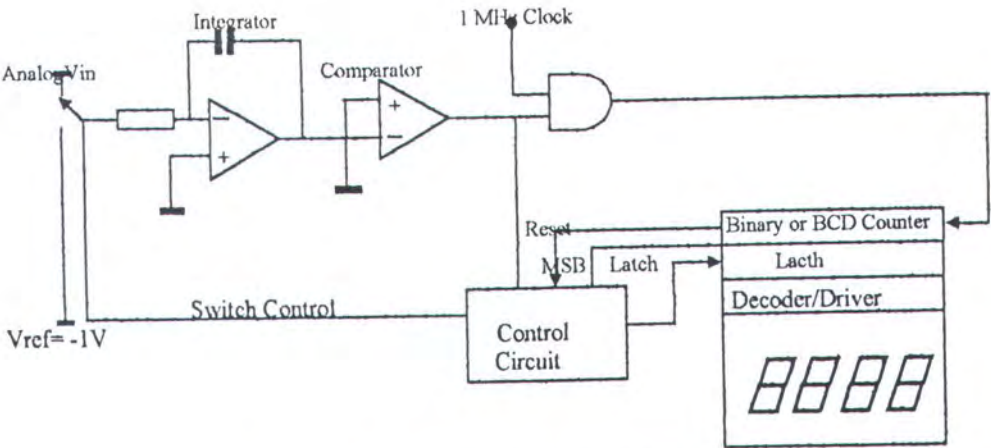
Untuk rangkaian pada gambar dibawah ini,  $t_1$  adalah 1000 hitungan untuk clock 1 Mhz atau 1 ms dan  $V_{ref}$  adalah -1 Volt. Untuk 2 Volt sinyal input  $t_2$  akan bernilai  $(2/1 \text{ V}) * 1000$  hitungan atau 2000 hitungan. Grafik dibawah ini mewaliki keluaran integrator untuk input tegangan yang lebih kecil, misalnya 0,8 Volt maka  $t_2$  akan bernilai 800 hitungan. Pembacaan akan menunjukkan nilai 0,8 Volt

Tegangan input yang melewati input integrator digunakan untuk hitungan dengan jumlah yang tetap dalam waktu  $t_1$ . Counter akan mereset ke 0 dan integrator input dihubungkan dengan tegangan referensi. Jumlah hitungan yang dibutuhkan integrator untuk kembali ke 0 berbanding lurus dengan tegangan input.

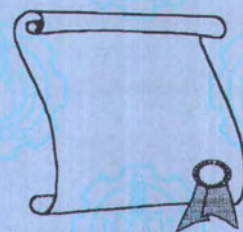
Keuntungan dual slope konverter adalah sangat akurat, murah dan tahan terhadap variasi suhu pada komponen R dan C. Salah satu kekurangannya adalah kecepatan konversinya lambat

Blok digram dari dual slope A/D converter dapat dilihat pada gambar 2.7





Gambar 2.7 Blok diagram dual slope A/D converter



**TUGAS AKHIR**

**BAB III**  
**TEORI LOGIKA FUZZY**



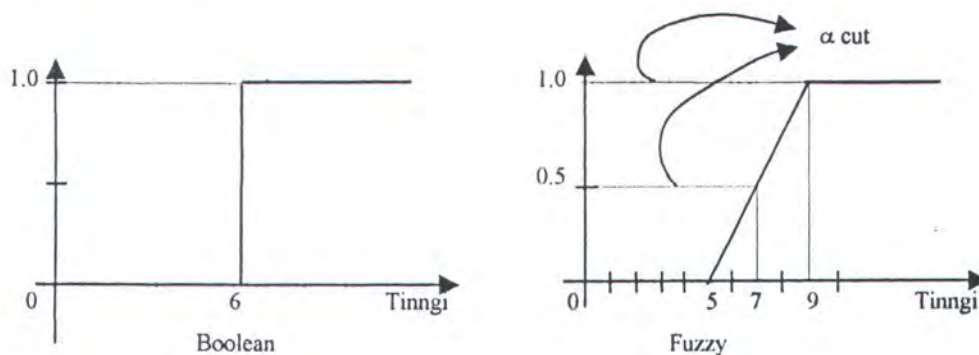
## BAB III

### TEORI LOGIKA FUZZY

#### 3.1 Pendahuluan

Pada pertengahan tahun 1965 Prof. Lutfi Zadeh dari universitas California di Barkeley memperkenalkan teori logika fuzzy. Teori ini merupakan generalisasi logika multi nilai dan logika konvensional atau logika boolean dalam kasus-kasus tertentu. Beberapa tahun kemudian teori ini dikembangkan ke arah aplikasi kontrol praktis.

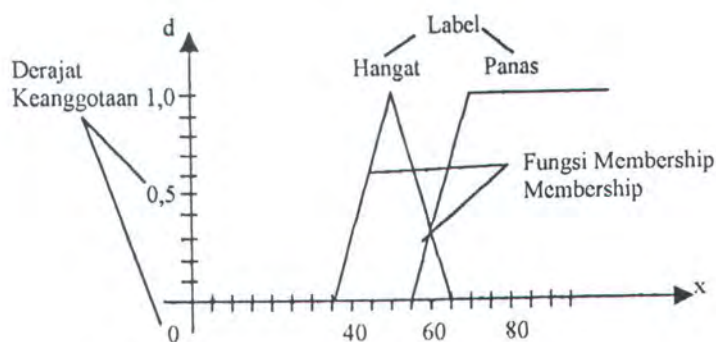
Fungsi utama dari logika fuzzy adalah untuk aplikasi kontrol dengan mendefinisikan term dan rule yang intuitif sebagai pengganti fungsi matematis yang kompleks atau linear. Dengan demikian logika fuzzy merupakan aproksimasi dari penalaran manusia. Perbedaan utama dari logika fuzzy dan logika konvensional adalah logika fuzzy tidak hanya mengevaluasi dua nilai true dan false, tetapi lebih dari itu fuzzy memberikan/mengizinkan derajat keanggotaan dari nilai 0 sampai 1



Gambar 3.1 Fungsi Membership Boolean dan Fuzzy<sup>[6]</sup>

Sebagai contoh klasik, suatu elemen secara pasti hanya mempunyai dua kemungkinan, menjadi anggota atau tidak. Tetapi dalam fuzzy itu dapat mempunyai kemungkinan menjadi anggota dari beberapa set/himpunan dengan nilai keanggotaan (degree of membership) yang terletak antara 0 dan 1, seperti terlihat pada gambar 3.1.

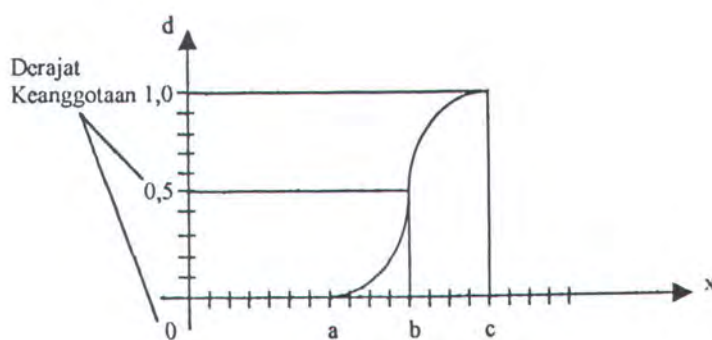
Bagian-bagian dari fungsi membership.



Gambar 3.2 Istilah-istilah dalam fungsi membership<sup>[6]</sup>

Macam-macam bentuk fungsi membership :

- Fungsi S



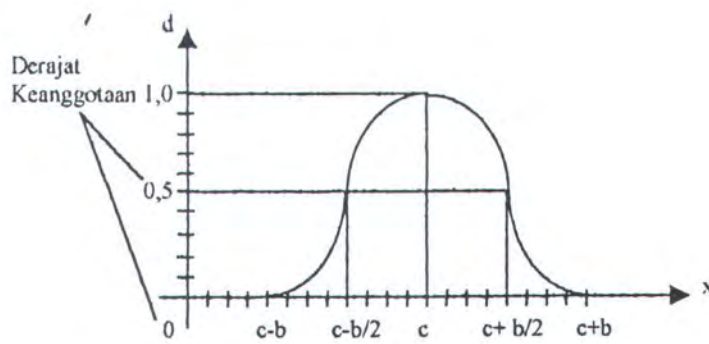
Gambar 3.3 Fungsi S<sup>[6]</sup>



Atau secara matematis :

$$\begin{aligned}
 S(x;a,b,c) &= 0 && \text{untuk } x \leq a \\
 &= 2((x-a)/(c-a)) && \text{untuk } a \leq x \leq b \\
 &= 1 - 2((x-b)/(c-b)) && \text{untuk } b \leq x \leq c \\
 &= 1 && \text{untuk } x \geq c
 \end{aligned}$$

Fungsi  $\pi$

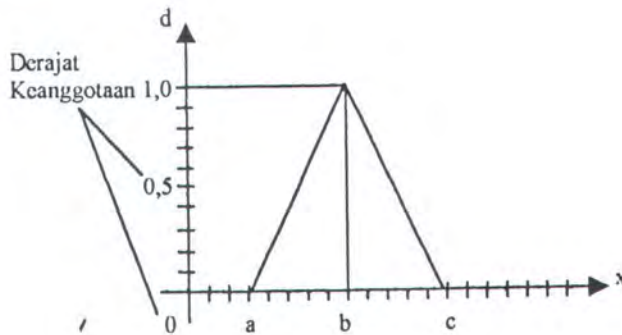


Gambar 3.4 Fungsi  $\pi^{[6]}$

Atau secara matematis

$$\begin{aligned}
 \pi(x;a,b) &= S(x;c-b,c-b/2,c) && \text{untuk } x \leq c \\
 &= 1 - S(x;c-b,c-b/2,c) && \text{untuk } x \geq c
 \end{aligned}$$

Fungsi segitiga



Gambar 3.5 Fungsi segitiga

Atau secara matematis

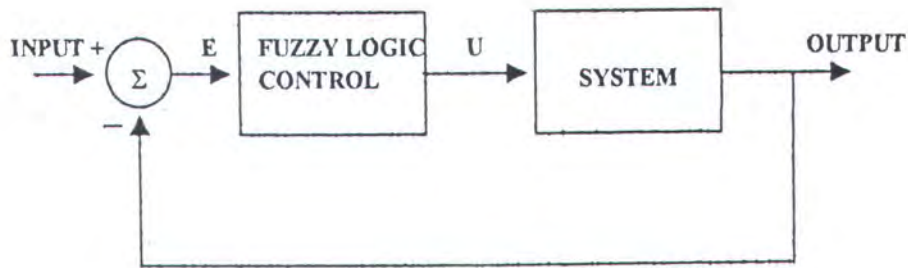
$$\begin{aligned}
 T(x;a,b,c) &= 0 && \text{untuk } x \leq a \text{ dan } x \geq c \\
 &= (x-a)/(b-a) && \text{untuk } a \leq x \leq b \\
 &= (c-x)/(c-b) && \text{untuk } b \leq x \leq c
 \end{aligned}$$

### 3.2 Sutruktur Dasar Logika Fuzzy

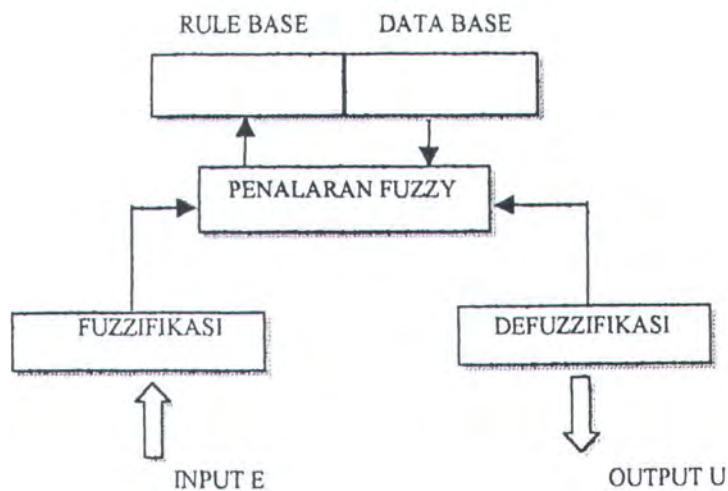
Fuzzy logic controller secara tipikal dapat digolongkan ke dalam system kontrol close-loop seperti pada gambar 3.6. Pada gambar 3.7 diperlihatkan elemen utama dari fuzzy logic controller adalah unit fuzzifikasi, unit penalaran fuzzy, data dasar pengambilan keputusan fuzzy ( fuzzy knowledge base) dan unit defuzzifikasi.

Unit data base (knowledge base) terdiri dari dua bagian utama yaitu data base untuk mendefinisikan fungsi membership dan rule base yang menghubungkan nilai fuzzy input dengan nilai fuzzy output.





Gambar 3.6 Tipikal Sistem kontrol dengan fuzzy logic<sup>[5]</sup>



Gambar 3.7 Struktur Dasar Fuzzy Logic Control<sup>[5]</sup>

### 3.2.1 Unit Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses memetakan (mapping) crips input ke dalam set/himpunan fuzzy. Data crips yang sudah ter-map diubah menjadi variable label dari fungsi membership yang sesuai ( nilai fuzzy input ).

Definisi Fuzzifikasi :

$$X = \text{Fuzzifier}(x_0)$$

Dimana :

$X_o$  : crips input

$X$  : set/himpunan fuzzy

Fuzzifier : fuzzifikasi yzng memetakan crips input ke dalam set fuzzy

### 3.2.2 Unit Pengambilan Keputusan Fuzzy (Knowledge Base)

Knowledge base terdiri dari data base dan rule base. Data base terdiri dari parameter-parameter fuzzy sebagai set/himpunan fuzzy atau mendefinisikan fungsi membership dari tiap-tiap range variable. Dalam mendefinisikan data base terdapat beberapa pertimbangan yaitu : range ( universe of discourse) tiap-tiap variable, jumlah set/himpunan fuzzy dan bentuk fungsi membership yang digunakan.

Rule base mengandung pendefinisian rule kontrol fuzzy untuk mengatur kerja sisstem, sehingga diperoleh sistem kontrol yang diinginkan. Rule base ini mencerminkan penalaran manusia terhadap sistem kontrol tersebut. Pendefinisian rule secara garis besar adalah sebagai berikut :

Rule 1 IF  $x_1$  is  $A_{11}$  AND ... AND  $x_m$  is  $A_{1m}$  THEN  $y$  is  $B_1$

Rule 1 IF  $x_1$  is  $A_{11}$  AND ... AND  $x_m$  is  $A_{1m}$  THEN  $y$  is  $B_1$

Rule 1 IF  $x_1$  is  $A_{11}$  AND ... AND  $x_m$  is  $A_{1m}$  THEN  $y$  is  $B_1$

### 3.2.3 Unit Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses memetakan (mapping) nilai output fuzzy ke nilai non fuzzy (crisp) dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$Y_o = \text{defuzzifier}(y)$

Dimana :

$y$  : nilai output fuzzy

$Y_o$  : nilai non fuzzy (crisp)

Defuzzifier : proses defuzzifikasi yang didefinisikan pemrogram

Pada umumnya metode defuzzifikasi yang digunakan adalah :

- Metode mean of max (MOM)

Metode ini juga disebut Height Defuzzification yaitu metode yang menghasilkan nilai output rata-rata dari nilai output maximum fungsi membership.

- Metode center of gravity (COG)

Metode ini menghasilkan nilai output yang merupakan gravity dari distribusi nilai output fungsi membership. Metode ini paling banyak digunakan

### 3.3 Chip Fuzzy NLX220

#### 3.3.1 Pendahuluan

NLX220 merupakan device yang membentuk kalkulasi logika fuzzy secara langsung di hardware. Karena memang dibuat khusus sebagai controller, sehingga mudah dipakai, unjuk kerja yang bagus, memiliki keistimewaan dan tangguh dalam lingkungan yang kasar.

Device ini terdiri dari 4 input analog dan output analog juga dengan sumber clock internal. NLX220 akan menyerap daya yang rendah saat operasi normal dan mempunyai mode power down yang akan mengurangi daya dengan faktor 10.



Fuzzy logic sangat sesuai dengan proses-proses yang mempunyai input data yang acak dan sistem tidak linear untuk laju sistem kontrol yang tangguh.

Metodologinya memakai diskripsi secara liguistik dari sistem, sehingga menjadikannya sangat intuitif dan mudah untuk dipakai. Dapat juga dipakai untuk menambahkan kecerdasan pada produk-produk industri, misalnya untuk meningkatkan performasi, menambah feature, dan meningkatkan efisiensi.

NLX220P bisa diprogram yang sesuai untuk development dan produksi yang terbatas. Kompatibilitas pin NLX220 memakai teknologi OTP untuk storage dan sesuai untuk produksi yang beragam.

Memori menyimpan membership Function Fuzzy dan parameter rule. Pengorganisasian memori fleksibel dan dengan efisien mengadaptasi keperluan dari aplikasinya. Device ini menyimpan 111 variable fuzzy yang diorganisasikan dalam bentuk keperluan rulanya.

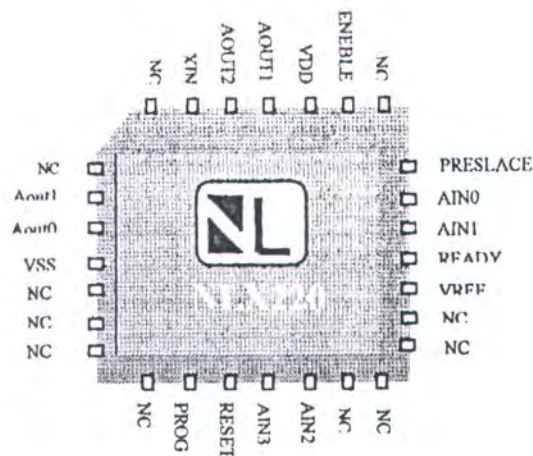
Device ini menyediakan 6 tipe fungsi keanggotaan yang berbeda untuk berbagai aplikasi. Fungsi keanggotaan mempunyai slope konstan dan hanya perlu spesifikasi tipe, lebar dan center. NLX220 juga menyediakan floating MF, dimana lebar dan centernya bisa di "Float" dibuat berubah-ubah dengan dinamis. Floating MF dimanfaatkan untuk mengukur penurunan, membuat timer, atau meng-ajust untuk men-drive sensor.

Ada dua metode Defuzzifikasi, immediate dan accumulate. Immediate akan men-drive output untuk harga yang sudah tertentu dan accumulate untuk menambahkan harga sebelumnya.



### 3.3.2 Deskripsi PIN

Susunan pin NLX220 pada kemasan PLCC28 pin adalah seperti gambar berikut :



Gambar 3.8 Susunan Pin NLX220<sup>[5]</sup>

#### 3.3.2.1 Input

- Reset** : Untuk menginisialisasi device dengan sinyal aktif low. Harus tetap aktif hingga sedikitnya 8 clock cycle untuk memastikan operasi yang lama telah habis. Dapat diaktifkan dengan rangkaian delay power-up. Dengan Reset akan mengaktifkan mode low-power.
- AIN(0-3)** : Input data analog yang dengan internal akan dikonversikan ke 8 bit data digital. Input yang tidak dipakai harus di-ground-kan.
- XIN** : Clock input, boleh dipakai eksternal input clock atau dengan kristal, dimana ujung satunya di-ground-kan.

**PROG** : Untuk saat pemrograman NLX220P. Pin ini tidak dipakai pada NLX220. Saat operasi harus di-ground-kan.

**PRESCALE** : Input logika '1' menandakan dalam mode prescale dan '0' dalam operasi normal. Pin ini di-ground-kan saat mode prescale tidak pernah digunakan atau dihubungkan dengan Pin **READY** untuk operasi kontinyu. Mode juga bisa dipanggil selama pengoperasian oleh logika eksternal. Setelah **RESET** diaktifkan, **PRESCALE** input harus dipertahankan pada logika rendah sedikitnya selama 4 clock cycle.

### 3.3.2.2 Output

**AOUT(0-3)** : Analog output, 8 bit data digital dikonversikan secara internal ke level analog.

**READY** : Setelah reset pin ini menandakan device mulai men-sample dan memproses data. Pin ini seharusnya tidak dihubungkan atau disambungkan dengan **PRESCALE** selama pengoperasian.

**VREF** : Mem-filter referensi tegangan internal, dihubungkan ke ground dengan 0,1 uF kapasitor.



Table 1. absolute Maximum Rating Ta = 25 C

Parameter	Min	Max	Unit
Vdd	-0,5	7,0	V
Vss	0	0	V
Digital Input	0	Vdd	V
Analog input	0	Vdd	V
Power Dissipation		100	mV
Storage Temperatur	-50	150	C

Table 2. Analog Conversion Specification

Parameter	Value	Units
Resolutin	1	Bit
Slew Rate, Tracking	1,6	V/ms max
Zero Code Error	1x	LSB
Full Scale Error	1x	LSB
Signal to Noise Ratio	45	DBmin
Sampling Rate	10KHz	Per Channel

Tabel 3. Specification and Recommended Operating Condition

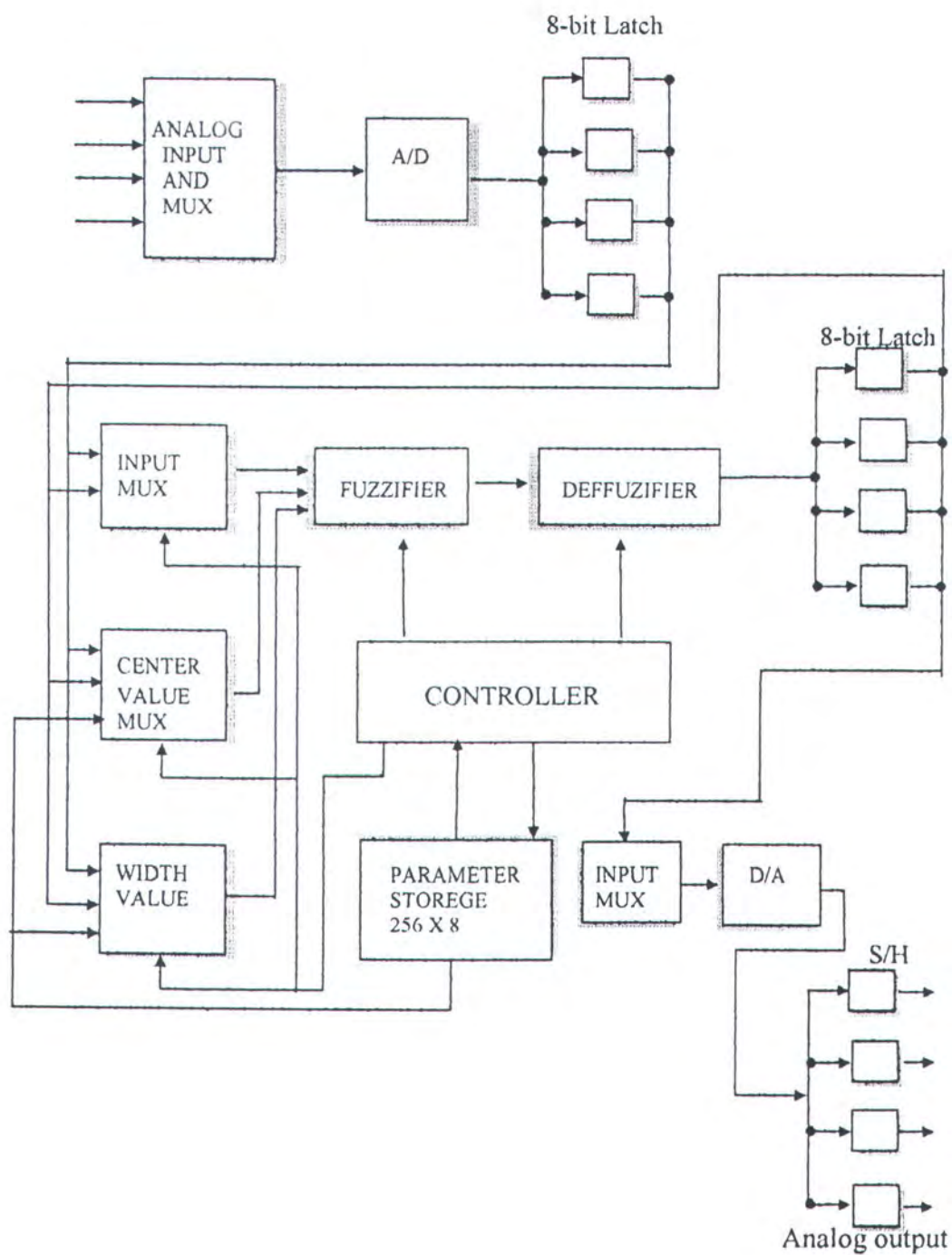
	Parameter	Min	Norm	Max	Unit
Vdd	Supply Voltage	4,75	5,0	5,25	V
Idd	Supply Current				mV
Iol	Digital Output Low Level Current				mA
Ioh	Digital Output High Level Current			-40	uA
F	Clock Frequency	1		10	MHz
Vil	Digital Input Low Level Voltage	0		0,8	V
Vih	Digital Input High Level Voltage	3,5		Vdd	V
Iil	Digital Input Low Level Current			-40	uA
Iih	Digital Input High Level Current				uA
Zin	Analog Input Impedance	100	150	150	KOhm
Vin	Analog Input Voltage	0		Vdd-0,5	V
Vo	Analog Input Voltage Range	Vss+0,5			V
Io	Analog Input Current	-5		5	mA
Tw	Reset Pulse Width	100			ms
Tsv	Reset Inactive before Clock	10			ms
Ta	Operating Ambient Temperature	0		70	C

### 3.3.3 Arsitektur Device

NLX220 ini adalah stand alone fuzzy yang membentuk semua kalkulasi di dalam hardware dan tidak memerlukan software. Input dapat secara langsung dihubungkan ke sensor atau switch, demikian juga outputnya langsung dihubungkan dengan piranti analog atau digunakan untuk fungsi kontrol.

Komponen utama NLX220 adalah Fuzzifier, Defuzzifier dan kontroller, dimana Fuzzifier mengkonversikan input data ke dalam data fuzzy dan dalam hubungannya dengan kontroller, akan mengevaluasi data fuzzy dengan definisi set rule yang dimasukkan yang menggambarkan sistem kontrol yang dimaksud. Setelah rule-rule dievaluasi, Defuzzifier memberikan nilai aksi ke output yang bersesuaian.





Gambar 3.9 Blok diagram NLX220

### 3.3.4 Membership Function (MF)

MF dipakai untuk membagi input ke dalam bagian-bagian dimana inputnya bervariasi. MF dibandingkan dengan data input untuk mengetahui dimana data tersebut akan ditempatkan. Tempat-tempat tersebut tergantung designernya dalam mengklasifikasikan data, misalnya hangat, cepat atau tinggi.

Dalam hal ini sebagai contoh termometer, pembagian suhunya dibuat sehalus mungkin misal :

Dibawah 60 F = dingin

60 F - 70 F = Cool

70 F – 75 F = Moderat

75 F – 85 F = Warm

Diatas 85 F = Panas

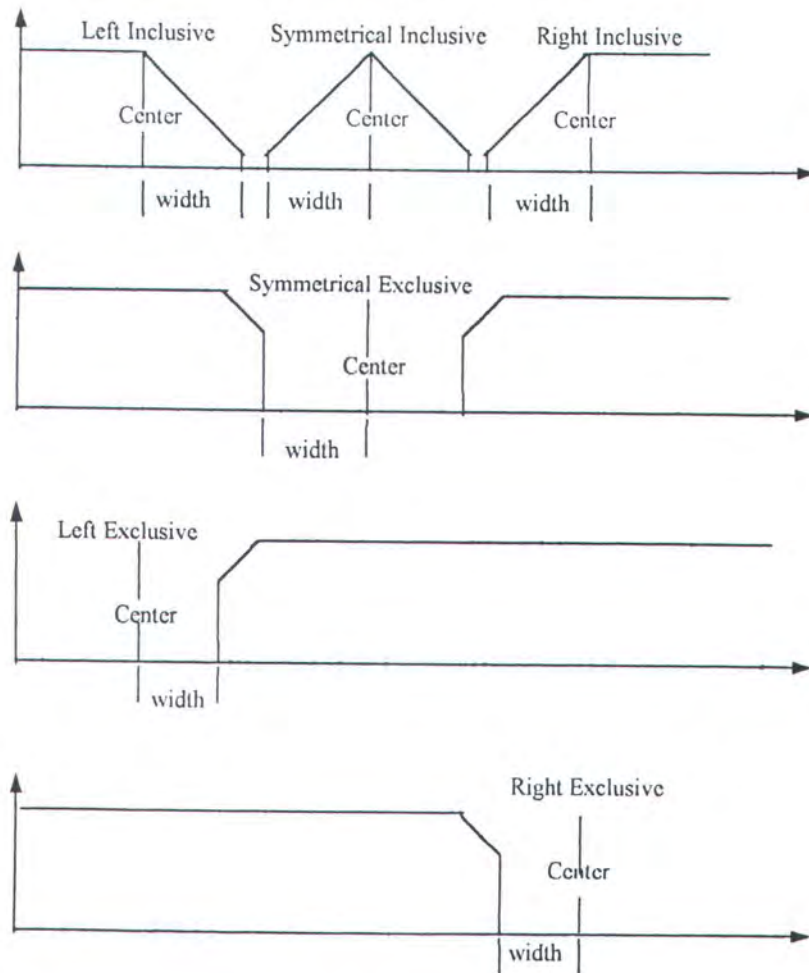
Pembagian ini hanya secara intuitif saja. Di dalam fuzzy logic 5 bagian ini disebut MF. Pembagian ini boleh saja terjadi overlap, dimana datanya merupakan member dari kedua MF. Misal dingin dengan Cold

NLX220 mensupport 6 macam slope :

- Left Inclusive
- Symmetrical Inclusive
- Right Inclusive
- Left Exclusive
- Symmetrical Exclusive
- Right Exclusive

Didalam aplikasinya didefinisikan dengan nama, tipe bentukannya dan nilai numerik center dan width-nya. Pemilihan MF harus hati-hati agar dapat

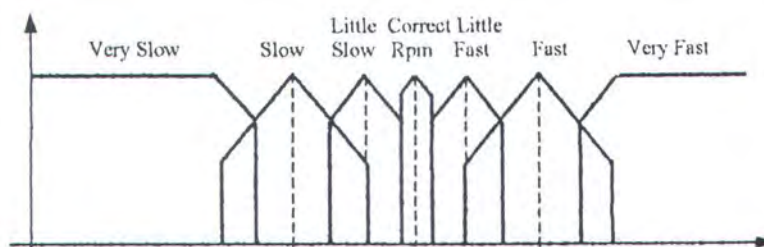
menyederhanakan banyak model. Misalnya dalam termometer Dingin adalah Left inclusive dan panas Right inclusive.



Gambar 3.10 Jenis Membership Function

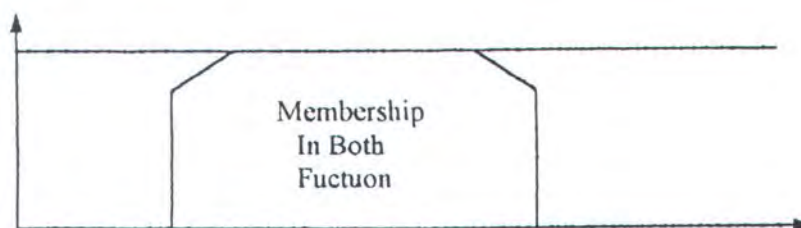
Ketepatan kontrol pada operating point yang diinginkan dapat diberikan dengan sempitnya Symmetrical Inclusive dari MF. Aplikasinya kontrol motor, yang perlu sekali kepresisian. Contoh dari gabungan dari tipe dan lebar yang berbeda dipakai untuk memonitor kecepatan motor.





Gambar 3.11 Membership Function Kecepatan

MF dapat di-overlap-kan agar membentuk tipe MF baru seperti trapezoidal, yang merupakan gabungan dari left Inclusive dan Right Inclusive. Data input yang masuk ke dalam tipe trapezoid adalah member dari kedua MF tersebut.



Gambar 3.12 Overlap Dua Membership Function

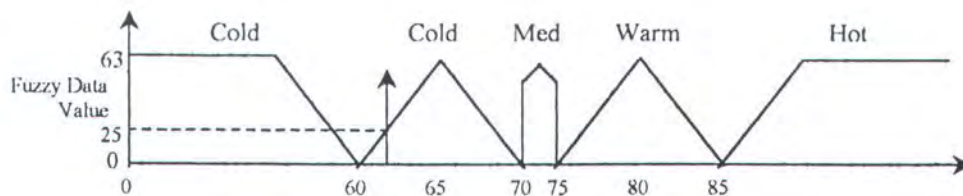
### 3.3.5 Variable Fuzzy

Adalah ekspresi linguistic yang menunjukkan input bersesuaian dengan MF di sumbu mendatarnya. Variabel Fuzzy berdasarkan pada membership function dan input variable, seperti misanya :

If Temperature is Cool

Didalam contoh ini 'Temperatur' adalah input dan Cool adalah membership function

Hubungan dikerjakan oleh fuzzifier, hasilnya adalah data fuzzy yang menunjukkan derajat dimana data input yang sesuai dengan MF. Data Fuzzy adalah numerik dan berkisar 0-63 pada NLX220.



Gambar 3.13 Fuzzifikasi dari Temperatur input

### 3.3.6 Rule

Rule adalah berisi satu atau lebih variable fuzzy dan sebuah nilai aksi ke outputnya. Rule dipakai untuk memberitahu kontroller bagaimana menanggapi perubahan data.

Misalnya :

Output -5 if velocity is fast and Acceleration is positive

Output +5 if velocity is little\_slow and Acceleration is Zero

Di rule pertama, variable adalah 'Velocity is fast' dan kedua 'Accleration is Positive'. Aksi '+5' dan '-5' diberikan ke outputnya untuk mengurangi atau mempercepat motor. Jika memakai tanda berarti memakai mode output accumulate yang menunjukkan bahwa output bisa ditambah atau dikurangi.

### 3.3.7 Evaluasi Rule

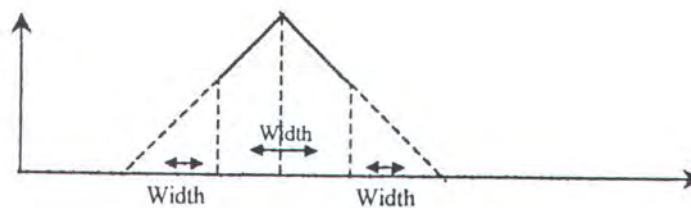
Ada beberapa metode untuk mengevaluasi rule Fuzzy Logic. Untuk NLX220 mengevaluasinya dengan teknik dua step Max of Min.

Step pertama - Min, semua nilai variable fuzzy dibandingkan dan nilai paling rendah mewakili rule, kemudian step kedua - Max, nilai rule dibandingkan dan nilai paling tinggi yang menang.

Membership function, variable fuzzy dan rule dibuat dan dikelompokkan menurut keperluan aplikasi. Sifat-sifat fisik sistem yang mau dikontrol harus dipahami sebelum memasukkan model fuzzy.

### 3.3.8 Floating Membership Function

Keistimewaannya memakai fungsi Floating MF adalah nilai center dan width dari MF dapat dibuat berubah-ubah, yang biasanya adalah tetap dan disimpan di memori. Dalam Floating membership function nilainya dapat berasal dari input atau output.



Gambar 3.14 Floating Membership Function

Beberapa MF dibuat floating saat entri data. Floating MF berfungsi merubah nilai center dan width sebagai data dari perubahan pilihan input atau output.

Misalnya :

IN1 is small (0,25,Symmetrical Inclusive)



IN2 is small (0,25,Symmetrical Inclusive)

Dimana : 0 = center

25 = width

Dua variable fuzzy tadi dapat digabungkan menjadi :

Output +1 if IN1 is small and In2 is small

Dimana variable fuzzy 'IN1 is small' membandingkan input IN1 dengan membership function konvensional 'small'. Floating MF membuatnya akan menjadi ringkas dengan variable fuzzy dan rule berikut :

IN1 is small\_difference (IN2,25,Symmetrical Inclusive)

Output +1 if IN1 is small\_difference

Didalam variable fuzzy, center dari MF small\_difference di definisikan oleh nilai IN2 yang disimpan di latch input.

Saat proses fuzzifikasi, sebuah input dikurangkan dari center dan nilai absolutnya di-invers-kan untuk mengukur bagaimana sedekat mungkin hal itu dapat match dengan nilai centernya. Ketika fuzzifikasi Floating MF akan mengurangi satu input dengan yang lain.

Floating MF seperti contoh diatas digunakan untuk mengkalibrasi input sensor over time, dengan cara langsung membandingkan dua input. Nilai stabil sensor dibandingkan dengan set tegangan. Rule kalibrasi mengecek derajat dari ketidaktepatan dan menyimpannya ke dalam output latch. Jika input dalam kalibrasi center akan match dan nilai koreksi adalah nol. Koreksi ketidaktepatan yang besar akan menyimpan nilai yang besar juga. Koreksi digunakan untuk meng-adjust floating center dari MF di dalam rule yang memproses data sensor.

Floating MF dapat digabungkan dengan aksi floating output untuk memperoleh derivatif dari nilai input. Rule dapat mereferensikan sebuah input sebagai aksi floating sehingga melewatkannya secara langsung ke output latch.

Selama input sample berikutnya, nilai output latch memilih MF nilai center, yang berakibat berkurangnya nilai input yang sebelumnya. Beda nilai yang dibagi oleh sampling interval adalah derivatif yang dapat dijadikan acuan di dalam rule.

Sebagai contoh pemakaian input atau aksi di dalam mengukur percepatan motor. Rule yang memberikan nilai input kedalam output latch adalah :

Value\_To = IN1 if IN1 is Must\_Win (0,0,Right Inclusive)

Rule memberikan IN1 sebagai nilai aksi. Must\_Win adalah tipe Right Inclusive mulai nol sehingga apapun nilai IN1, rule harus menang dan nilai IN1 diberikan ke output Latch.

Rule kedua menghitung derivatif dan meng-ajust output drive ke motor.

ACCEL if IN1 is VALUE\_T1 (VALUE\_TO,25,Symmetrical Inclusive)

Maksudnya rule menentukan apakah nilai input pada T1 masih didalam range 25 dari nilai awal saat T0. Didalam aplikasi aktual, perlu MF lain untuk menentukan polaritas derivatif dan rule yang lain untuk menjangkau variasi yang lebar.

Didalam aplikasinya, floating MF dipakai ekstensif untuk menyimpan memory karena lebih sedikit memakai variable dan rule untuk mendeteksi perbedaan input daripada fungsi-fungsi konvensional yang biasa.

### 3.3.9 Operasional Device

Pemrosesan data meliputi beberapa step, pertama data sample analog dikonversikan ke digital dan di latch. Berikutnya fuzzifier membandingkan isi dari



input latch dengan variable fuzzy untuk menemukan nilai variable. Fuzzifier juga membentuk penghitungan Max of Min untuk mencari pemenang rule dan terakhir, defuzzifier menentukan pemenang aksi rule dan menahannya untuk konversi ke analog output atau untuk internal feedback.

### **Fuzzifier**

Adalah membandingkan data input latch dengan MF untuk menghitung nilai fuzzy variable. Ketika penghitungan MIN rule dilakukan, nilainya mewakili rule yang disimpan dan ketika penghitungan MAX dilakukan pada seluruh variable yang mereferensikan nilai output, nilai rule pemenang akan diberikan ke defuzzifier.

### **Peng-Update-an Output Latch**

Rule dievaluasi dalam urutan saat masuknya. Banyak rule dapat mereferensikan output dan output dapat direferensikan berulang-ulang di dalam sebuah set rule. Ketika sebuah rule atau group rule memberikan output yang dievaluasi dan rule selanjutnya memasukkan referensi ke output lain, compiler akan menyertakan kode untuk Last Rule dengan output latch untuk di-update dengan nilai pemenang yang baru. Latch data juga bisa dengan cepat dipakai sebagai feedback.

Jika setelah pemrosesan rule yang berakibat ke output lain, processor menemukan rule atau group rule lain yang menunjuk output selanjutnya, output latch akan di-update lagi. Peng-update-an output bisa sesering mungkin selama proses sebagaimana disana ada bagian group terpisah yang mereferensikan.



Sebagaimana sebelumnya, sampling input adalah kontinyu. Output analog juga sering di-update. Selama proses, variable fuzzy mungkin memakai data sample yang lalu atau dari data yang sedang dipakai proses, tergantung dimana sampling input cycle berada relatif terhadap processing cycle. Jika lebih dari satu group rule yang mereferensikan ke input dan output yang sama, maka nilai output akan berubah lebih dari satu kali selama sebuah proses cycle berdasar pada perbedaan input data.

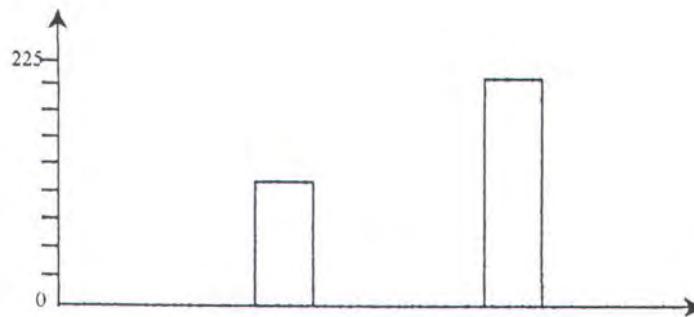
### **Defuzzifier**

Nilai aksi rule yang menang dan mode data diberikan ke defuzzifier, dimana data digital dari defuzzifier di latch dan dikonversikan ke analog output untuk mendrive output atau untuk internal feedback.

Jika semua rule dalam sebuah group mereferensikan sebuah hasil evaluasi output nol, maka group tidak akan merubah nilainya. Jika lebih dari satu rule mengevaluasi dengan hasil nilai paling tinggi dan tidak nol, maka rule pertama yang masuk akan menang dan aksinya menentukan output.

### **Metode Defuzzifikasi**

Hasil defuzzifikasi berpengaruh langsung ke output. Device ini mensupport dua metode defuzzifikasi yaitu immediate dan accumulate. Mode immediate fungsinya sama dengan table dimana nilai aksi yang menandakan rule pemenang selama pemasukan, diaplikasikan ke output. Immediate dipakai saat nilai output harus absolute.



Gambar 3.15 Mode Immediate Defuzzifikasi

Mode accumulate adalah untuk menaikkan atau menurunkan nilai output yang ada dengan nilai pemenang rule. Output merupakan fungsi dari aksi yang telah terjadi sebelumnya. Digunakan pada perubahan output yang halus saat sistem dalam kontrol yang mendekati titik operasinya. Sangat berguna juga pada pembuatan timing.



Gambar 3.16 Mode Accumulate Defuzzifikasi

### 3.3.10 Mode InAktive

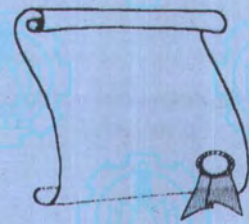
Konsumsi power dapat diperkecil dari mode operasi ke mode stanbay yaitu dengan mempertahankan pin clock high. Menghentikan clock berarti menunda pemrosesan data dan membiarkan output pada seting terakhir. Nilai output analog akan menjadi nol, pemrosesan berlanjut lagi ketika clock mulai lagi.

3.3.11 Organisasi Memori

Table 4 Alokasi Memori NLX220

Alamat (Desimal)	Alamat (Hexadesimal)	Fungsi
0	0	Rule
223	DF	Rule
224	E0	Center
239	EF	Center
240	F0	Width
225	FF	Width





**TUGAS AKHIR**

**BAB IV**  
**PERENCANAAN PERANGKAT KERAS DAN**  
**PERANGKAT LUNAK**

## **BAB IV**

### **PERENCANAAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK**

Dalam bab ini dibahas mengenai perencana perangkat keras, perangkat lunak dan juga cara kerja dari sistem secara keseluruhan. Pembahasan akan dimulai dengan blok diagram dan cara kerja dari sistem lalu dilanjutkan dengan perencana perangkat keras serta perangkat lunak. Sehingga diharapkan lebih mudah untuk mempelajari peralatan ini selanjutnya.

#### **4.1 Blok Diagram**

Blok diagram dari sistem alat yang dibuat dapat dilihat pada gambar 1.1. Dari blok diagram tersebut dapat dilihat bahwa sistem terdiri dari beberapa bagian yaitu :

- ✓ Blok Fuzzy yang berbasis Fuzzy Logic NLX220
- ✓ Sensor kecepatan dengan Opto Coupler
- ✓ Sensor Benturan
- ✓ Modul Display
- ✓ Modul Kantung Udara

Sebelum menjelaskan tentang perencana perangkat keras akan dijelaskan secara singkat mengenai cara kerja dari sistem secara keseluruhan. Bagian Sensor kecepatan berfungsi untuk mengetahui kecepatan yang sedang berlangsung, dalam modul fuzzy sinyal ini akan diolah dalam logika fuzzy dan keputusan fuzzy



didasarkan atas rule-rule yang telah ditentukan dengan dasar kondisi kecepatan yang ada. Kondisi ini akan berlangsung secara kontinu demikian juga pada bagian-bagian sensor yang lain.

Selanjutnya akan dijelaskan perencanan perangkat keras dari masing-masing bagian dari sistem.

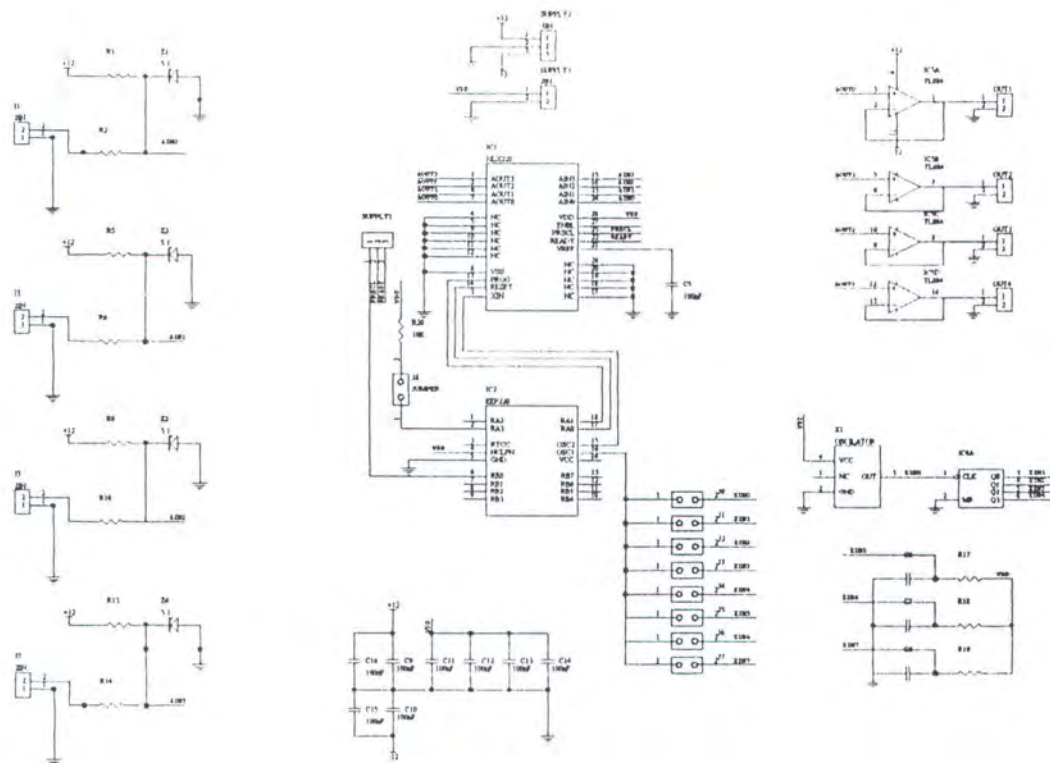
## **4.2 Perencanaan Perangkat Keras**

Perencanaan perangkat keras meliputi modul Fuzzy dengan NLX220, sensor kecepatan, sensor benturan, display seven segment sebagai tampilan dan sistem kantung udara.

### **4.2.1 Modul Fuzzy NLX220**

Modul ini memiliki fungsi sebagai pengendali sistem rangkaian meliputi pengambilan, pengolahan dan pengeluaran data. Modul ini memiliki empat buah input analog sebagai masukan data dan empat buah output analog juga sebagai pengeluaran data output. IC EEP220 mendapat clock external dari sebuah oscilator kristal 10 MHz yang kemudian dimasukkan ke dalam sebuah pembagi frekuensi IC 74HC393 yang outputnya membagi frekuensi menjadi empat bagian yaitu 10 MHz, 5 MHz, 2,5 MHz dan 1 MHz sehingga frekuensi clock modul dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Untuk mengamankan modul dari input yang melebihi tegangan +5V ditambahkan sebuah zener dioda 4,7 V. Output dari modul diberi rangkaian penyangga untuk mencegah modul terbebani oleh rangkaian output. Rangkaian dapat dilihat pada gambar 4.1

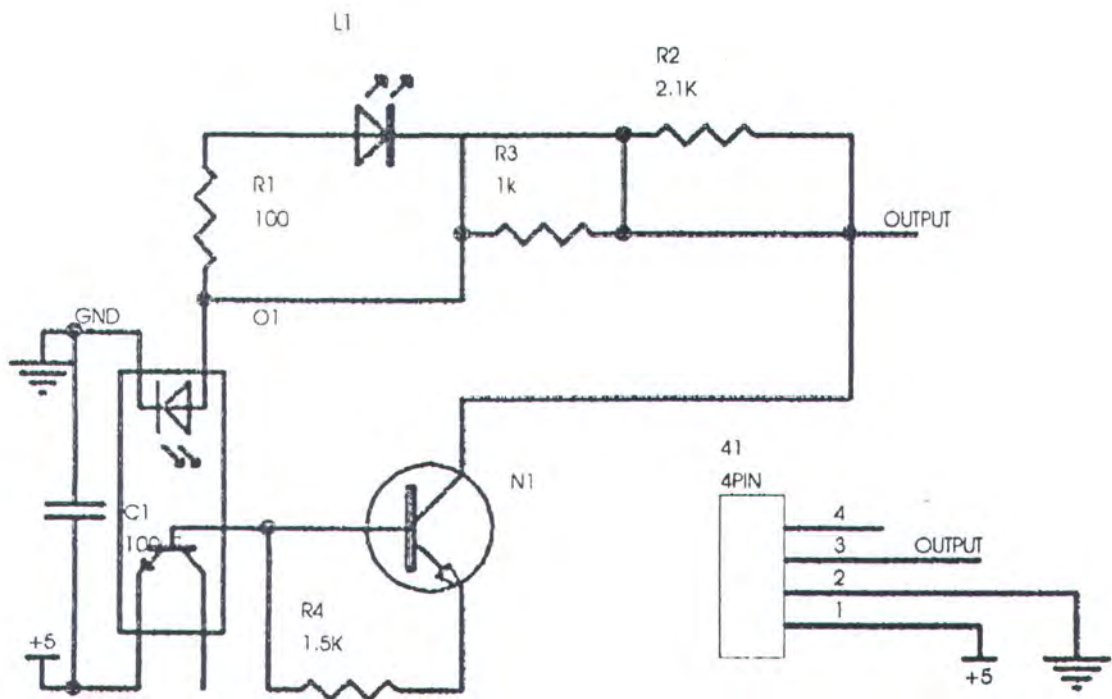




Gambar 4.1 Modul Fuzzy NLX220

#### 4.2.2 Sensor Kecepatan

Untuk mengukur kecepatan dari mobil maka digunakan sebuah opto coupler yang mengubah kecepatan menjadi frekuensi. Sensor ini didasarkan pada cara kerja dari opto coupler dimana transistor pada opto coupler akan terdrive bila ada cahaya yang mengenainya. Sumber cahaya ini diperoleh dari led diode, jadi bila cahaya tertutupi maka transistor akan off dan sebaliknya bila ada cahaya yang mengenai transistor maka transistor akan terdrive on. Rangkaian sensor kecepatan dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Rangkaian Sensor Kecepatan

Bila piringan berlubang dipasang pada optocoupler dan diputar maka akan dihasilkan gelombang persegi dengan frekuensi yang sebanding kecepatan putaran motor piringan. Gelombang persegi ini kemudian oleh pengubah frekuensi ke tegangan IC LM 2907 diubah menjadi tegangan DC, dimana tegangan DC keluaran dari LM 2907 ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$V_O = V_{CC} * f_{IN} * C_1 * R_1 * K$$

Dimana  $K$  adalah konstanta penguatan  $=1$ . Sesuai dengan konfigurasi pada gambar 2.2, maka untuk frekuensi maksimum diperlukan tegangan keluaran pada  $+5V$ .

Maka dari sini dapat ditentukan besarnya nilai  $R_1$  dengan nilai  $C_1$  yang ditentukan.

Keluaran dari rangkaian ini masuk pada rangkaian modul fuzzy untuk dianalisa dengan kondisi-jondisi yang telah ditentukan.

#### 4.2.3 Sensor Benturan

Tranduser yang digunakan adalah sebuah pegas dan resistor variable. Konsep dasar dari tranduser ini adalah, sebuah pegas apabila diberi Gaya sebesar  $F$ , maka akan memanjang/memendek sebesar :

$$x = F/k$$

Dimana :

$F$  : Gaya (N)

$k$  : Konstanta pegas (N/m)

$x$  : besarnya perubahan panjang pegas (m)

Apabila tranduser ini dipasang maka, saat terjadi benturan pegas akan memandek sebesar  $x$  meter. Rancangan pegas dapat dilihat seperti pada gambar 4.3

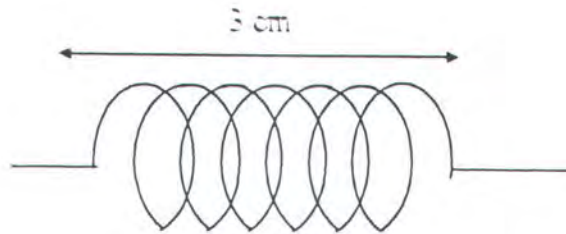
Dalam rancangan dibuat mobil-mobilan yang mempunyai massa 1,2 Kg, yang mempunyai kecepatan maximal 1,8 Km/jam(0,5m/s). Desain dari sensor benturan didasarkan pada berat kendaraan dan kecepatan maximal dari kendaraan. Panjang pegas adalah 3 cm dan pegas hanya diijinkan untuk memendek sebesar 2,5 cm.

Dari ketentuan diatas dapat dibuat tranduser benturan dengan pegas yang mempunyai konstanta pegas sebesar  $k$  melalui rumusan hukum kekekalan energi kinetik yaitu :

- $\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} k \cdot x^2$
- $k = (\frac{1}{2} m \cdot v^2) / (\frac{1}{2} x^2)$



- $k = (1,2 * 0,5^2) / 0,03^2$
- $k = (1,2 * 0,25) / 9 * 10^{-4}$
- $k = 333.333 \text{ F/m}$



Gambar 4.3 tranuser Benturan

Pada mobil Volvo, mobil dicoba dengan benturan sebesar 5000Kg dengan kecepatan sekitar 50Km/jam dimana pada percobaan diatas bodi mobil bagian depan rusak, akan tetapi karena bodi mobil Volvo digunakan juga sebagai pelindung penumpang maka bagian kabin tidak sampai rusak dan dari percobaan ini perancangan konstanta pegas dapat dilakukan. Dalam perancangan ini digunakan perumusan sebagai berikut :

$$\frac{1}{2} m * v^2 = \frac{1}{2} k * x^2$$

$$m * v^2 = k * x^2$$

Diasumsikan bahwa panjang pegas adalah 3cm (0,03m) dan kecepatan benturan 40Km/jam (11,1m/s), sehingga besarnya konstanta pegas pada mobil sebenarnya dapat dihitung sebagai pada

$$m * v^2 = k * x^2$$

$$5000 * 11,1^2 = k * 0,03^2$$

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{5000 * 11,1^2}{0,03^2} \\
 &= 684500000 \text{ N/m}
 \end{aligned}$$

Perubahan panjang pegas tersebut akan sesuai dengan perubahan resistansi dari resistor variable, yang akan menunjukkan besarnya benturan yang terjadi.

#### 4.2.4 Rangkaian Jembatan

Untuk mengetahui besarnya benturan yang terjadi, disini digunakan sensor benturan berupa rangkaian jembatan dengan 4 buah resistor dimana sensor diletakkan sebagai salah satu resistornya. Dalam hal ini rangkaian jembatan disusun dengan sebuah Op-Amp.

Dalam rangkaian untuk menyederhanakan perhitungan maka nilai resistansi R dipilih sebesar 50 K dan perubahan resistansi dari sensor adalah  $\Delta R$ .

$$E_+ = \frac{R + \Delta R}{R + R + \Delta R} E$$

$$I = \frac{E - E_+}{R}$$

$$I = \frac{E - \frac{R + \Delta R}{R + R + \Delta R} E}{R}$$

$$I = \frac{R}{(R + R + \Delta R) * R} E$$

$$V_o = IR_F - E_+$$

$$V_o = \frac{R * R_F}{(R + R + \Delta R) * R} E - \frac{R + \Delta R}{R + R + \Delta R} E$$

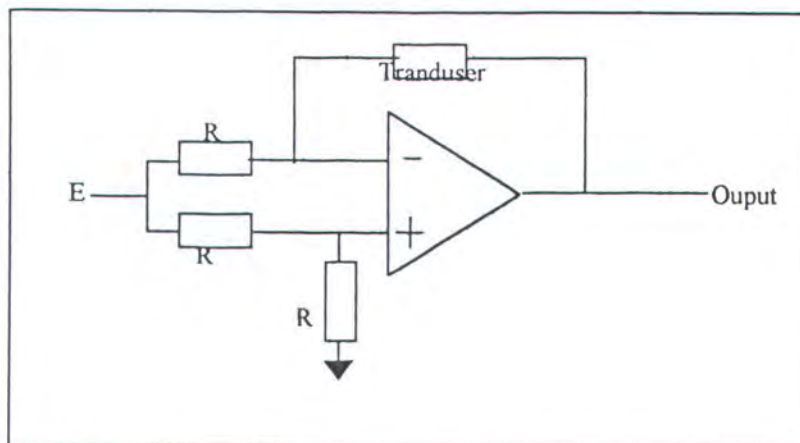
$$V_o = \frac{R * R}{(R + R + \Delta R) * R} E - \frac{R + \Delta R}{R + R + \Delta R} E$$

$$V_o = \frac{R - R - \Delta R}{2R + \Delta R} E$$

$$V_o = - \frac{\Delta R}{2R + \Delta R} E$$

Jadi untuk nilai keseluruhan resistor 10K maka :

$$V_o = \frac{\Delta R}{20K + \Delta R} E$$



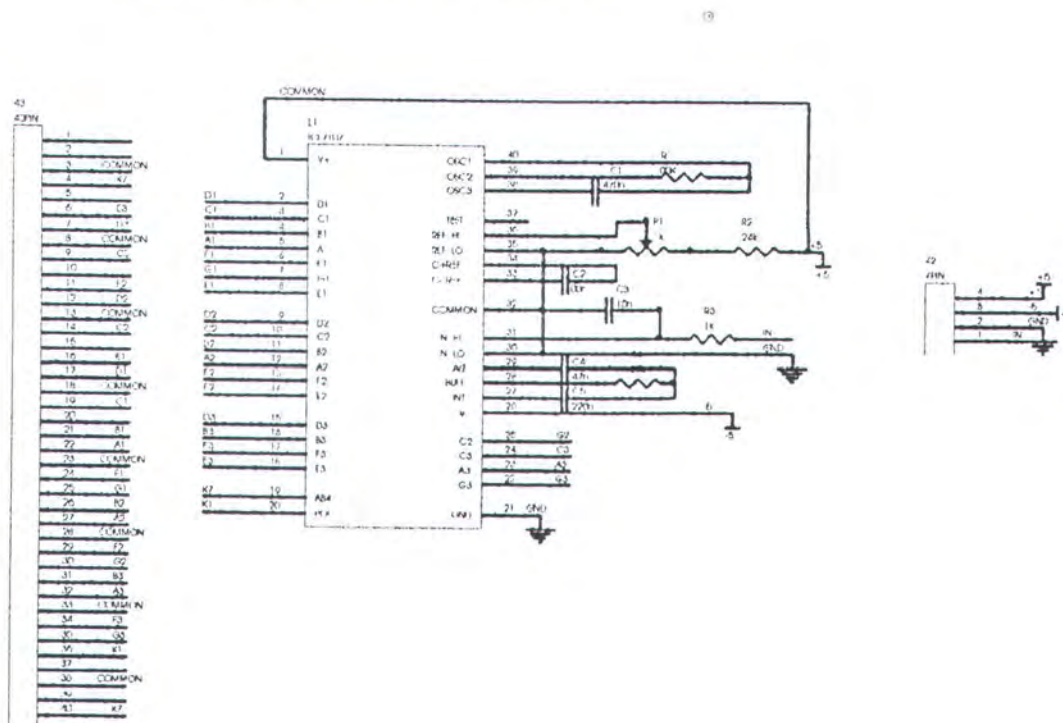
Gambar 4.4 Rangkaian Sensor Benturan

#### 4.2.5 Display seven segment

Bagian ini diperlukan untuk mengubah besaran tegangan analog dari sensor kecepatan menjadi data digital dan ditampilkan dengan peraga led seven segment. ADC yang digunakan adalah MAX 7107 yang memiliki resolusi 8 bit dengan output langsung dapat menggerakkan empat buah led seven segment yang menampilkan nilai maksimum 3 ½ digit segment. Jadi nilai yang ditampilkan akan berada dari nilai 0000 sampai 1999. Tegangan maksimumnya dapat diset



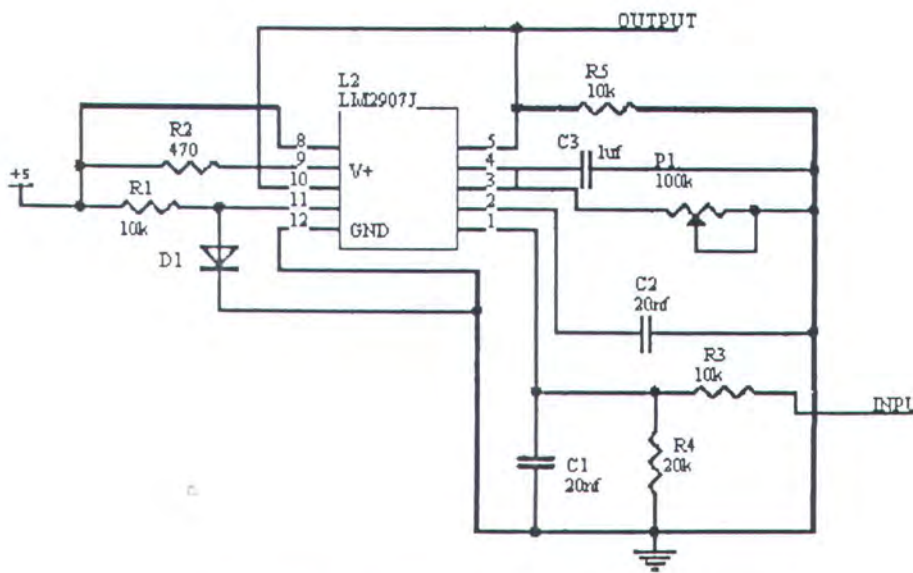
pada skala 2V. Berdasarkan data sheet dari maxim untuk mendapatkan skala maksimum 2 volt maka ditentukan auto zero capasitor sebesar 0,0047uF, integrating resistor sebesar 4K untuk mengatur tegangan referensi agar mencapai tegangan 1 volt digunakan potensiometer 2 K dengan tegangan referensi sebesar 1 volt akan dicapai skala maksimum dua kali tegangan referensi yaitu 2 volt yang ditampilkan dengan 3 ½ digit led seven segment sebagai 1999. Gambar rangkaian dari MAX 7107 dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian display seven segment

#### 4.2.6 Rangkaian Pengubah Frekuensi ke Tegangan

Rangkaian ini diperlukan untuk mengubah besarnya frekuensi menjadi tegangan analog. Dalam rangkaian ini digunakan LM 2907.



Gambar 4.6 Pengubah Frekuensi ke Tegangan Analog

#### 4.2.7 Rangkaian Intrumentasi

Karena tegangan yang terdeteksi pada sensor kecil, maka keluaran transduser diinputkan ke penguat intrumentasi yang dapat diatur sampai penguatan 1000 kali, yaitu :

$$A_v = V_o/V_i = 1+2/a$$

$$1000 = 1+2/a$$

$$2/a = 999$$

$$a = 2/999 = 0,002002$$

diplih  $R = 10K$

$$a = aR/R$$

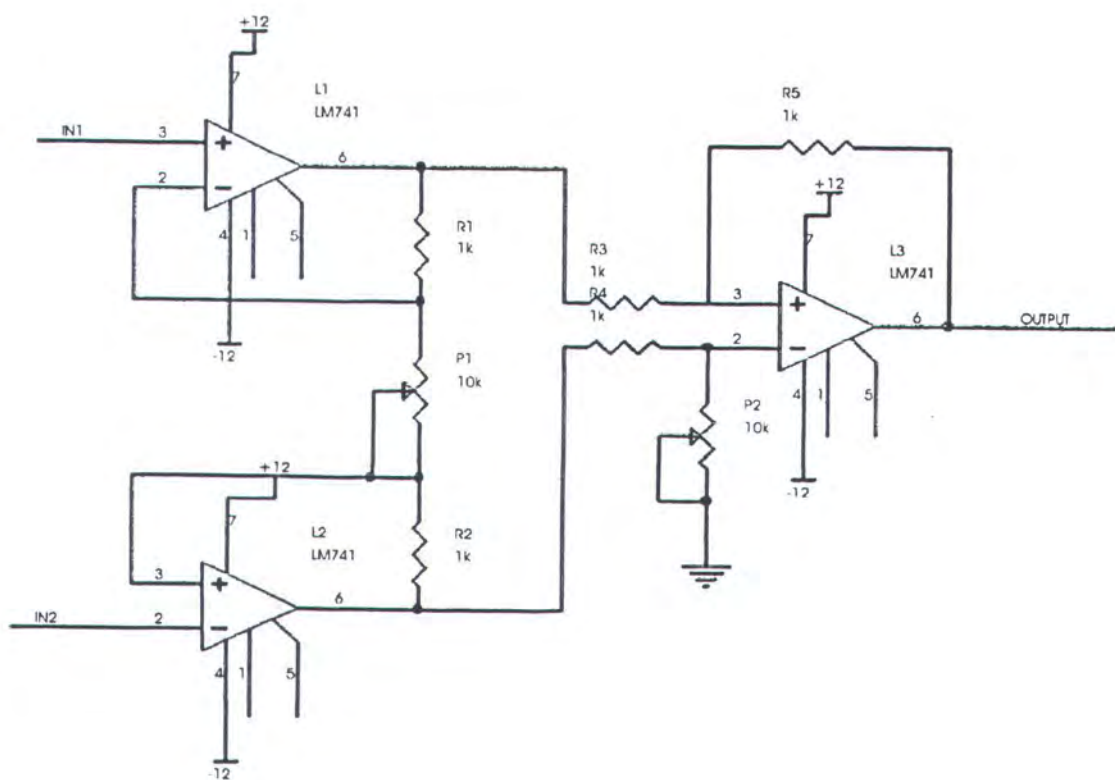
$$aR = a.R$$

$$= 0,002002 * 10K$$

$$= 20,02 \text{ Ohm}$$

Dipilih Trimpot 5K agar penguatan bisa diatur, IC yang digunakan dipilih LF356 single Op-Amp yang memiliki stabilitas yang tinggi, resistansi masukan yang sangat tinggi, memiliki pin-pin yang sesuai dengan pin-pin IC single Op-amp yang lain serta mudah mendapatkannya.

Rangkaian modul Instrumentasi benturan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.7 Modul Instrumentasi Benturan

### 4.3 Perencanaan perangkat lunak

Perangkat lunak penunjang ini adalah insight untuk fuzzy logic NLX220.

Software ini digunakan untuk mendefinisikan :

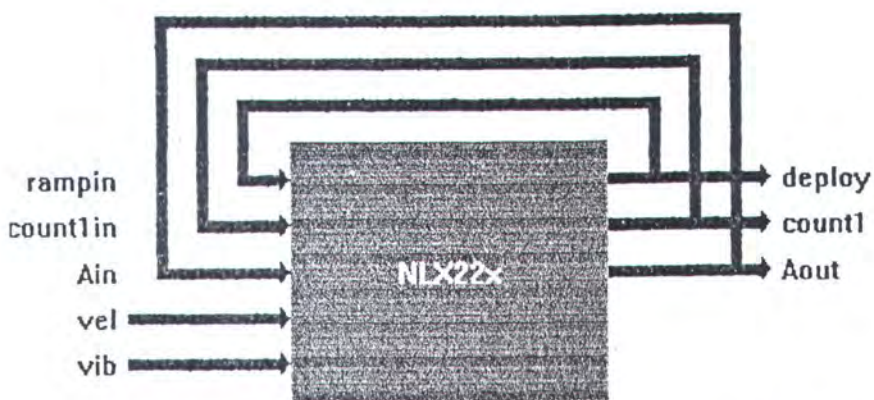
1. Input



2. Output
3. Variable Fuzzy
4. Rule
5. Simulasi
6. Down-Load rule

Pembuatan perangkat lunak dengan NLX220 juga dibuat sama dengan kondisi pada pengaman kantung udara yang disesuaikan dengan kondisi-kondisi yang diperlukan.

Hubungan antara input dan output pada modul NLX220 dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.8 Hubungan input output pada Fuzzy

#### 4.3.1 Input

Penentuan definisi input ditentukan oleh kebutuhan aplikasinya. Dalam peralatan ini ada dua jenis input yang diperlukan yaitu :

a. Input yang langsung secara hardware :

1. Velocity : sebagai masukan sensor kecepatan ke input NLX220

2. Vibrasi : sebagai masukan sensor benturan ke input NLX220

b. Input yang berhubungan dengan channel output sebagai feedback internal :

1. Ain (Aout) : Sebagai penunjuk nilai output terakhir sebelum fuzzy mengevaluasi nilai-nilai inputnya
2. Rampin (Deploy) : Sebagai Penentu besarnya output
3. Countin : Sebagai penentu waktu pengembangan kantung

#### 4.3.2 Output

Untuk output yang langsung berhubungan dengan input dari fuzzy Logic :

1. Aout : Sebagai Output fuzzy dari kedua input yaitu kecepatan (Velocity) dan getaran (Vibrasi).
2. Count1 : Sebagai penunjuk adanya hitungan untuk pengembangan kantung
3. Deploy : Sebagai output akhir fuzzy yang akan mengembangkan kantung udara.

#### 4.3.3 Variable

Pedefinisian dari variable adalah :

1. Penunjuk nilai output (Ain)
2. Deteksi counter untuk pengembangan kantung
3. Deteksi Kecepatan (Velocity)
4. Deteksi Benturan (Vibrasi)

Detail dari variable tersebut adalah :

1. Penunjuk nilai output (Ain)

Ain is 60 (60, 2, Symetric Inclusive)

Ain is 105 (105, 2, Symetric Inclusive)

Ain is 180 (180, 2, Symetric Inclusive)

Ain is 250 (150, 2, Symetric Inclusive)

2. Deteksi counter

Count1in is set (200, 0, Right Inclusive)

3. Deteksi Kecepatan (Velocity)

Vel is Vlow (50, 20, Left Inclusive)

Vel is Low (92, 25, Symetric Inclusive)

Vel is Med (147, 35, Symetric Inclusive)

Vel is Hi (196, 18, Symetric Inclusive)

Vel is Vhi (227, 26, Right Inclusive)

6. Deteksi Benturan (Vibrasi)

Vib is Vhi (224, 10, Right Inclusive)

Vib is Hi (219, 20, Symetric Inclusive)

Vib is Med (185, 19, Symetric Inclusive)

Vib is Low (132, 39, Symetric Inclusive)

Vib is Vlow (55, 42, Symetric Inclusive)

Vib is Any (15, 0, Right Inclusive)



#### 4.3.4 Rule

Rule yang disusun dikelompokkan dalam :

1. Detektor kecepatan dan benturan :

If Vel is Vhi and Vib is Low Then Aout = 60

If Vel is Hi and Vib is low Then Aout = 60

If Vel is Medh and Vib is low Then Aout = 105

If Vel is Medl and Vib is low Then Aout = 180

If Vel is low and Vib is low Then Aout = 255

If Vel is Vlow and Vib is low Then Aout = 0

3. Penghitung waktu kantung mengembang :

If Vib is Any then Count1 +1

6. Keluaran dari Fuzzy

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is Vhi Then Deploy = 60

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is hi Then Deploy = 60

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is med Then Deploy = 105

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is low Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is Vhi Then Deploy = 60

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is hi Then Deploy = 105

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is Med Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is low Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is Vhi Then Deploy = 105

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is hi Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is med Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is Low Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is Vlow Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Vhi Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is hi Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Med Then Deploy = 255

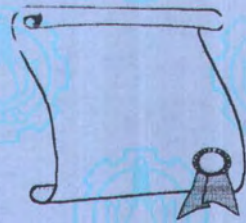
If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Low Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Vlow Then Deploy = 255

#### 7. Penyangga niali Aout

If Vib is Any Then Aout = Ain





**TUGAS AKHIR**

**BAB V**  
**PENGUJIAN DAN PENGUKURAN**





## **BAB V**

### **PENGUJIAN DAN PENGUKURAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian alat yang dilanjutkan dengan pengukuran dan kalibrasi dari masing-masing modul yang dibuat dengan menggunakan alat ukur yang cukup presisi.

#### **5.1 Pengujian Alat**

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat bekerja dengan baik atau belum serta apakah sudah sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Pengujian akan dilakukan pada masing-masing modul yang telah dibuat yaitu :

1. Modul Fuzzy NLX220
2. Sensor kecepatan
3. Sensor benturan
4. Modul Driver
5. Modul display

#### **Modul Fuzzy NLX220**

Pengujian pada modul ini dapat dilakukan dengan cara membuat software berupa rule-rule yang dibuat dengan aturan input sama dengan output. Setiap input dari modul fuzzy diberi input tegangan yang bisa diatur besarnya dan pada output modul fuzzy dihubungkan dengan voltmeter. Kemudian tegangan input

fuzzy diubah naik atau turun maka pada output fuzzy harus terukur tegangan yang sama dengan tegangan input. Jika keempat input sudah dicoba dan didapatkan tegangan output yang sesuai dengan input maka modul fuzzy dianggap telah bekerja dengan baik.

### **Modul Sensor Kecepatan**

Modul ini berupa rangkaian Opto coupler, yang berupa led dan transistor yang terdrive oleh adanya cahaya yang mempunyai cara kerja yaitu apabila transistor terkena cahaya dari led maka transistor akan terdrive on. Pengujian modul ini adalah dengan memberikan tegangan input 5 volt. Kemudian dilihat apakah bagian transistor terdrive on atau belum jika sudah maka dilakukan pengujian selanjutnya yaitu dengan menutup optocoupler antara bagian led dengan bagian transistornya. Maka apabila transistor tidak terdrive maka sistem sudah dianggap berjalan dengan baik.

### **Modul Sensor Benturan**

Modul ini berupa rangkaian jembatan wheatstone, transduser berupa resistor variable. Pengujian dilakukan dengan memberikan Gaya (F) untuk menekan pegas, perubahan panjang pegas akan menyebabkan nilai resistansi dari transduser akan berubah, selanjutnya perubahan resistansi akan menyebabkan perubahan tegangan output dari rangkaian jembatan.

### **Modul Driver**

Pada modul ini pengujian dilakukan dengan memberikan input tegangan sebesar 0 sampai 5 volt secara variable pada input driver. Tegangan input ini disesuaikan dengan tegangan output dari modul fuzzy yaitu 0 sampai 5 Volt. Output driver yang berjumlah 4 akan ON pada kondisi yang telah ditentukan tergantung tegangan input yang diberikan. Pada saat tegangan input rendah output hanya ON pada satu bagian saja dan pada saat input paling tinggi maka output akan ON semuanya.

### **Modul Display**

Modul ini diuji dengan jalan memberikan tegangan supply simetris 5V dan display harus menunjukkan bilangan-bilangan desimal. Jika sudah kemudian diuji dengan menghubungkan-singkatkan inputnya, langkah ini harus membuat display menunjukkan angka nol pada tiga segment terakhirnya. Jika semuanya sudah benar modul display dianggap bekerja dengan baik.

## **5.2 Pengujian dan Pengukuran**

### **Modul Sensor Kecepatan**

Modul ini berupa Opto coupler dan pengubah frekuensi ke tegangan LM2907. Pengujian modul ini dengan mengukur besarnya frekuensi putaran motor dan dibandingkan dengan tegangan yang keluar dari LM2907. Frekuensi motor diukur dengan frekuensi meter dimana frekuensi meter akan menunjukkan



besarnya frekuensi, dengan diketahui besarnya frekuensi maka kecepatan motor akan dapat diketahui dan dibandingkan dengan keluaran tegangan dari LM2907.

Perbandingan kecepatan yang dipakai dengan kecepatan sesungguhnya adalah 1: 27,027

Tabel 5 tabel uji Kecepatan

No	Frekuensi Motor (Hz)	Kecepatan Motor(m/s)	Kecepatan Mobil (Km/h)	Tegangan Output (V)
1	0	0	0	0
2	0,25	0,039	5	0,4
3	0,38	0,059	10	0,7
4	0,58	0,091	15	0,9
5	0,79	0,12	20	1,1
6	0,99	0,15	25	1,4
7	1,23	0,19	30	1,7
8	1,59	0,25	35	2,0
9	1,75	0,275	40	2,3
10	1,97	0,31	45	2,5
11	2,23	0,35	50	2,8
12	2,46	0,39	55	3,1
13	2,53	0,397	60	3,3
14	2,82	0,44	65	3,6
15	3,16	0,5	70	3,8
16	3,48	0,55	75	4,0
17	3,83	0,6	80	4,3
18	4,16	0,65	85	4,5
19	5,24	0,82	90	4,6
20	5,61	0,88	95	4,8
21	5,94	0,93	100	5

### Modul Sensor Benturan

Modul ini berupa rangkaian jembatan dimana sensor dipasang pada salah satu rangkaian tahanannya. Apabila terjadi perubahan nilai resistansi dari sensor maka tegangan output akan berubah dan perubahan tegangan output ini menunjukkan berapa besar faktor benturannya.

Rangkaian ini dibandingkan dengan newton meter dimana tiap perubahan resistansi sensor akan menunjukkan juga perubahan newton meter dan akan dibandingkan dengan perubahan tegangan yang keluar dari output rangkaian.

Tabel 6 Tabel uji Sensor Benturan

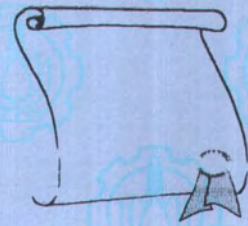
No	x (cm)	Gaya (N)	Tegangan Output (V)
1	0	0	0
2	0,4	1,33	0,08
3	0,5	1,67	0,7
4	0,6	1,99	1,6
5	0,7	2,33	2,17
6	0,8	2,67	2,75
7	0,9	2,999	3,5
8	1,0	3,33	3,8
9	1,1	3,67	3,9
10	1,2	3,99	4,1
11	1,3	4,33	4,2
12	1,4	4,66	4,36
13	1,5	4,99	4,45
14	1,6	5,33	4,52
15	1,7	5,66	4,6

16	1,8	5,99	4,71
17	1,9	6,33	4,83
18	2,0	6,66	4,9
19	2,1	6,99	5,0
20	2,2	7,33	5,0

### Modul Display

Untuk mengkalibasikan rangkaian ini digunakan sumber tegangan DC simetris sebagai power suply, kemudian pin 36 sebagai V referensi dan pin 32 sebagai common dihubungkan dengan voltmeter dalam jangkah 2 volt. Kemuadian trimpot 20K diputar sampai voltmeter menunjukkan angka 1 volt. Dengan tegangan referensi sebesar ini maka skala penuh input dari modul display adalah dua kali dari tegangan referensi yaitu sebesar 2 Volt.





**TUGAS AKHIR**

**BAB VI**  
**PENUTUP**

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan dan pembuatan alat serta hasil pengukuran dan pengujian sistem secara keseluruhan dapat disimpulkan :

1. Perancangan sistem pengaman katung udara menjadi lebih sederhana dan lebih sempurna, karena dengan fuzzy sistem menjadi lebih terintegrasi sebagai sebuah kesatuan.
2. Sistem dapat memperbaharui dan memperbaiki sistem lama dengan menyempurnakan atau meningkatkan peranan sensor-sensornya.
3. Sistem kontrol dengan menggunakan Fuzzy mempunyai beberapa keunggulan yaitu :
  - Tidak memerlukan model matematis sehingga memudahkan proses perancangan
  - Aturan Fuzzy yang mudah dimengerti
  - Fleksibilitas tinggi karena mudah untuk mengubah aturan/rule sesuai dengan apa yang kita inginkan.
  - Kesederhanaan aturan Fuzzy sehingga memudahkan pemakaian dan penerapannya serta secara keseluruhan pengontrolan sistem menjadi sangat sederhana.
4. Kesalahan-kesalahan pengukuran yang terjadi pada sistem banyak disebabkan karena ketidaklinieran sensor-sensor dari sistem itu sendiri.

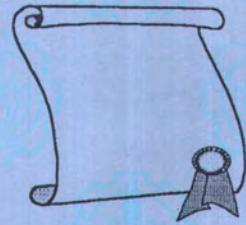


## 6.2 Saran

Untuk penyempurnaan dan pengembangan alat yang telah dibuat, penulis menyarankan :

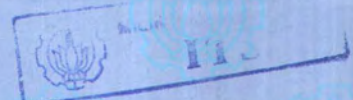
1. Untuk mendapatkan nilai kecepatan yang presisi maka dapat digunakan sensor standart yang telah dipasang pada mobil, sehingga kecepatan dapat diukur secara tepat.
2. Untuk mendapatkan nilai besarnya benturan yang presisi, penulis mengalami kesulitan karena sensor yang dipakai berupa pegas yang dibuat sendiri sehingga penulis kesulitan untuk mengukur besarnya benturan secara tepat, akan tetapi tranduser ini sudah dapat mewakili benturan yang sedang terjadi dengan menghitung pemendekan pegasnya dan penulis mengambilnya dari buku sensor and Circuits.





**TUGAS AKHIR**

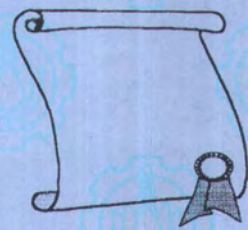
**DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR PUSTAKA

1. Coughlin, Robert f. dan Driscoll, Freserick F. 1992, PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU, diterjemahkan oleh Herman Widodo Sumitro, Jakarta : Penerbit Erlangga
2. -----, DATA SHEET BOOK 1, Alih bahasa Oleh Warsito S, Jakarta : Penerbit PT Elek Media Komputindo-Kelompok Gramedia
3. J.P.M Steeman, 1993, DATA SHEET BOOK 2, Jakarta : Penerbit PT. Elek Media Komputindo-Kelompok Gramedia
4. P. Hogenboom, 1993, DATA SHEET BOOK 3, Jakarta : Penerbit PT. Elek Media Komputindo-Kelompok Gramedia
5. Yan, Jun, Ryan, Michael, USING FUZZY LOGIC, Prentice Hall, 1994
6. -----, FUZZY MICROCONTROLLER DEVELOPMENT SISTEM, American Neuralogix Inc, 1992
7. -----, 1994, NLX220, NLX220P STAND-ALONE LOGIC CONTROLLER PRELIMINARY DATA, Neuralogix
8. Joseph J Carr, SENSOR AND CIRCUITS, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
9. Koran REPUBLIKA
10. Majalah Mobil&Motor





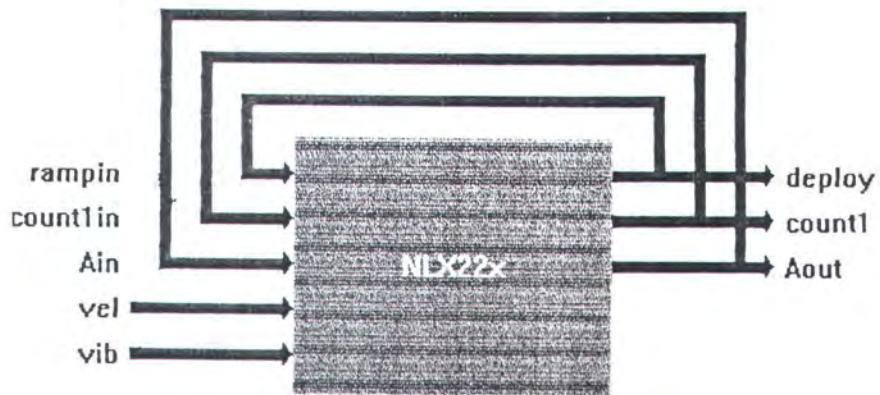
**TUGAS AKHIR**

**LAMPIRAN**



## LAMPIRAN A

### PROGRAM FUZZY UNTUK CONTROL AIRBAG



#### Input

Rampin (Deploy)

Count1in(Count1)

Ain(Aout)

Vel

Vib

#### Output

Deploy

Count1

Aout

#### Fuzzy Variable

Count1in is set (200, 0, Right Inclusive)

Ain is 60 (60, 2, Symetric Inclusive)  
Ain is 105 (105, 2, Symetric Inclusive)  
Ain is 180 (180, 2, Symetric Inclusive)  
Ain is 250 (150, 2, Symetric Inclusive)  
Vel is Vlow (50, 20, Left Inclusive)  
Vel is Low (92, 25, Symetric Inclusive)  
Vel is Med (147, 35, Symetric Inclusive)  
Vel is Hi (196, 18, Symetric Inclusive)  
Vel is Vhi (227, 26, Right Inclusive)  
Vib is Vhi (224, 10, Right Inclusive)  
Vib is Hi (219, 20, Symetric Inclusive)  
Vib is Med (185, 19, Symetric Inclusive)  
Vib is Low (132, 39, Symetric Inclusive)  
Vib is Vlow (55, 42, Symetric Inclusive)  
Vib is Any (15, 0, Right Inclusive)

## Rules

If Vel is Vhi and Vib is Low Then Aout = 60  
If Vel is Hi and Vib is low Then Aout = 60  
If Vel is Medh and Vib is low Then Aout = 105  
If Vel is Medl and Vib is low Then Aout = 180  
If Vel is low and Vib is low Then Aout = 255  
If Vel is Vlow and Vib is low Then Aout = 0

If Vib is Any Then Aout = Ain

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is Vhi Then Deploy = 60

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is hi Then Deploy = 60

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is med Then Deploy = 105

If Coun1in is Set and Ain is 60 and Vib is low Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is Vhi Then Deploy = 60

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is hi Then Deploy = 105

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is Med Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 105 and Vib is low Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is Vhi Then Deploy = 105

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is hi Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is med Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is Low Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 180 and Vib is Vlow Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Vhi Then Deploy = 180

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is hi Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Med Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Low Then Deploy = 255

If Coun1in is Set and Ain is 250 and Vib is Vlow Then Deploy = 255

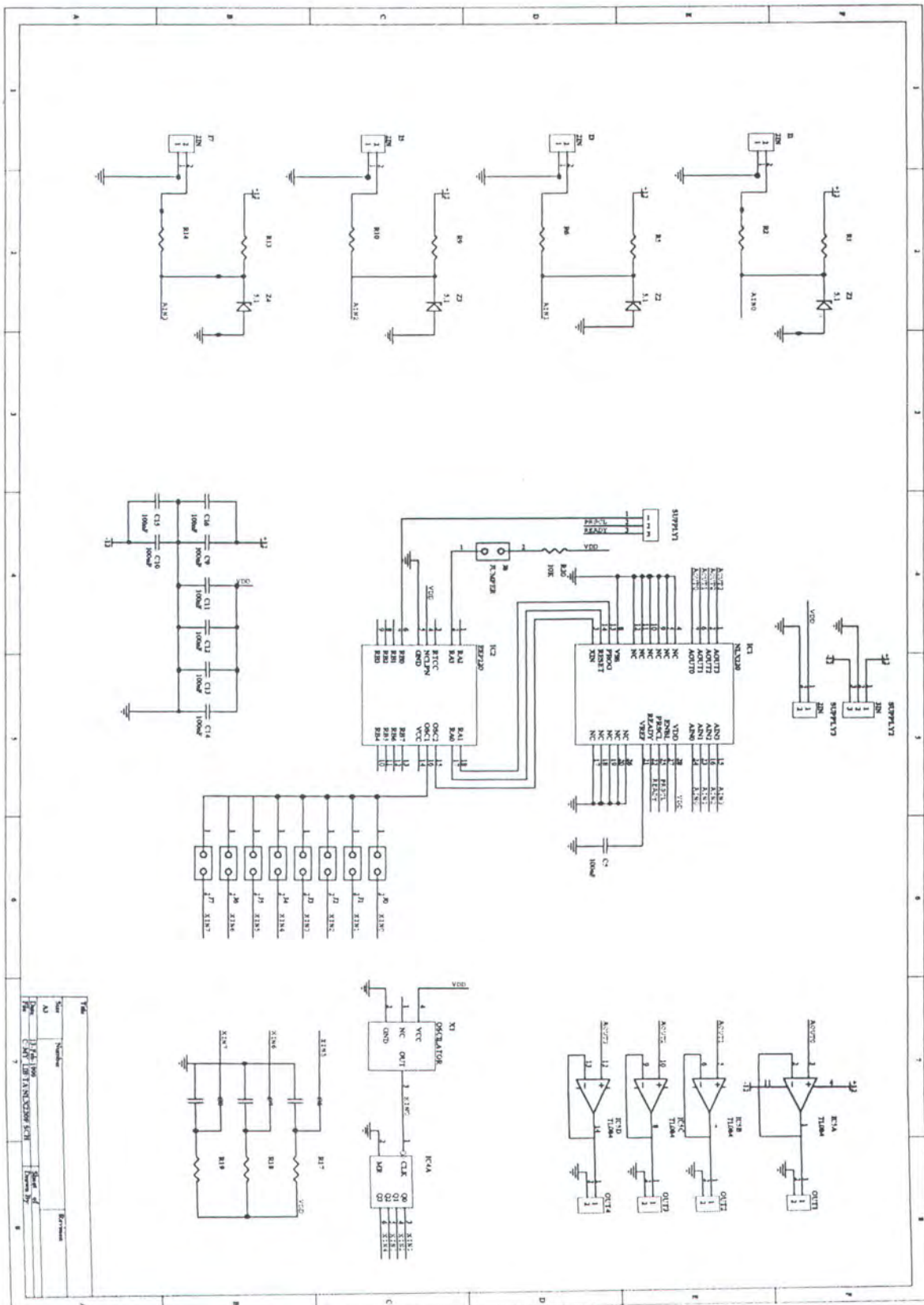
If Vib is Any then Count1 +1



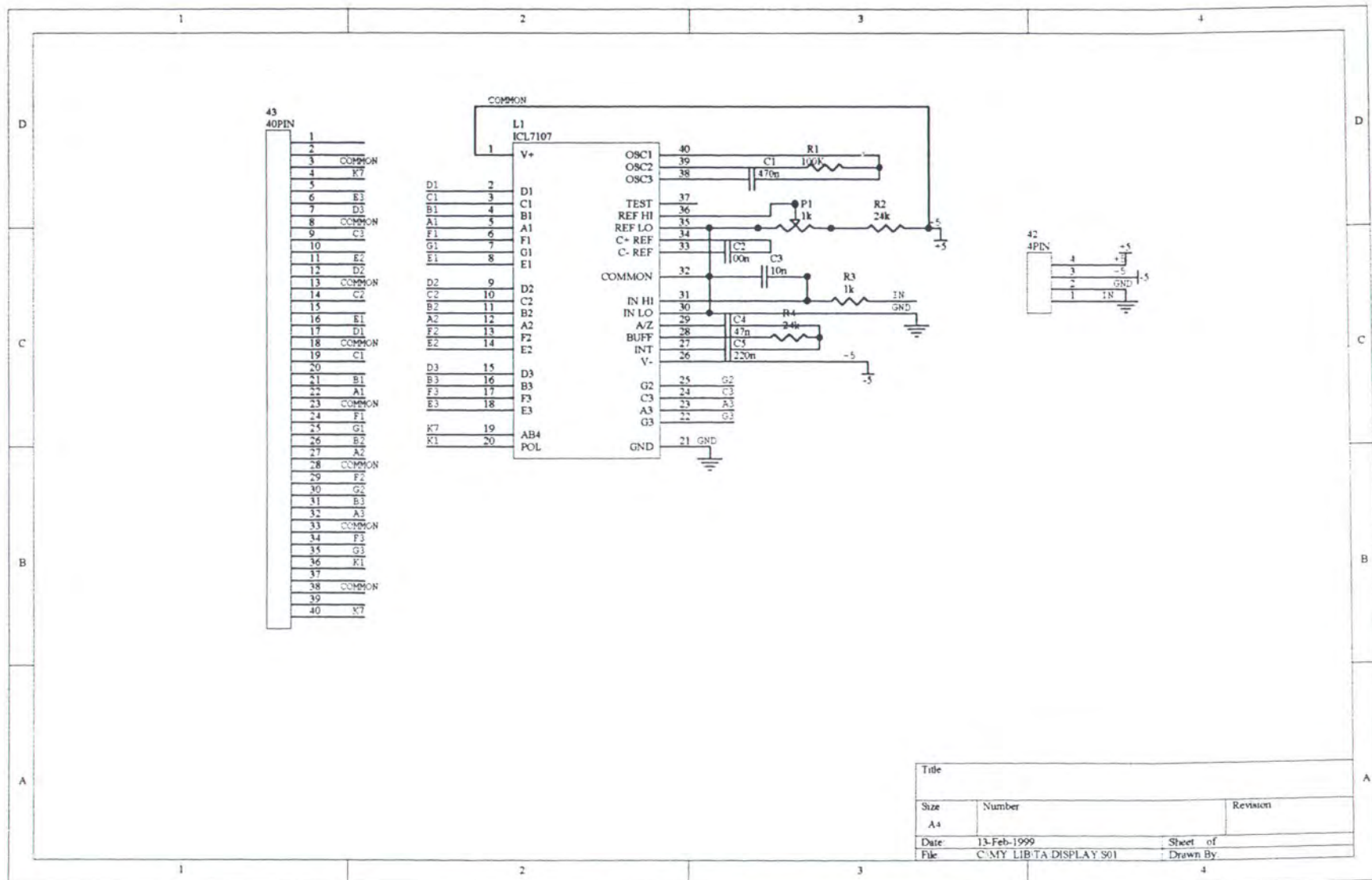
## LAMPIRAN B

### RANGKAIAN ELEKTRONIK

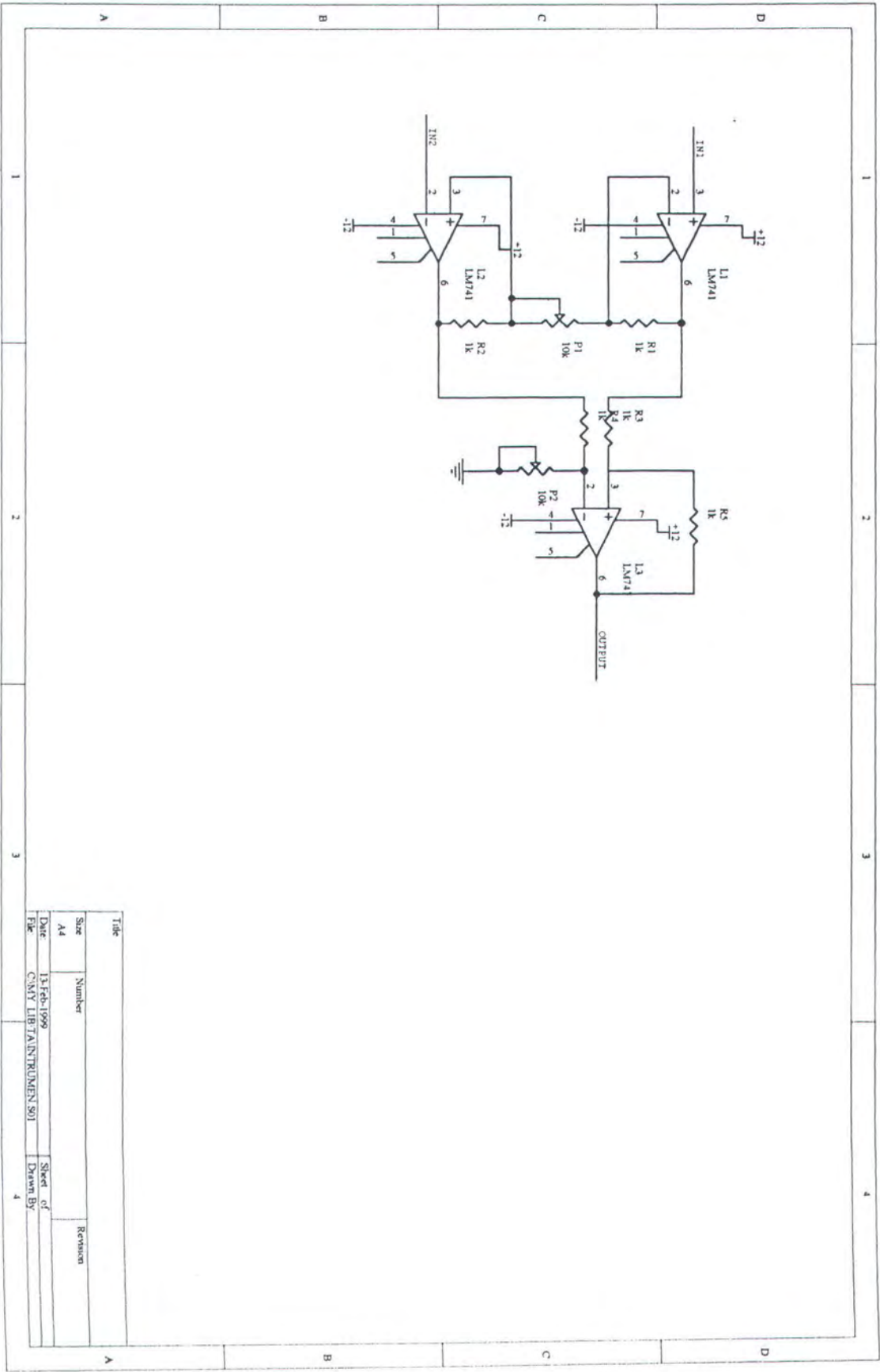
#### 1. Rangkaian Fuzzy Logic Controller



## 2. Rangkaian Display

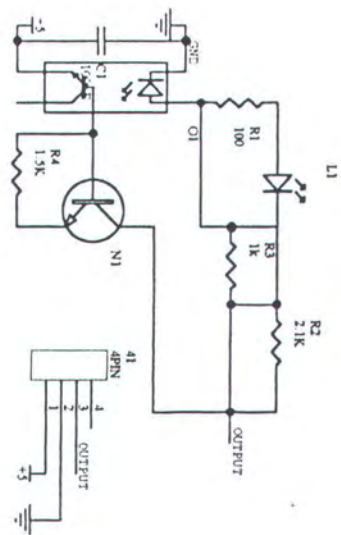


3. Instrumentasi



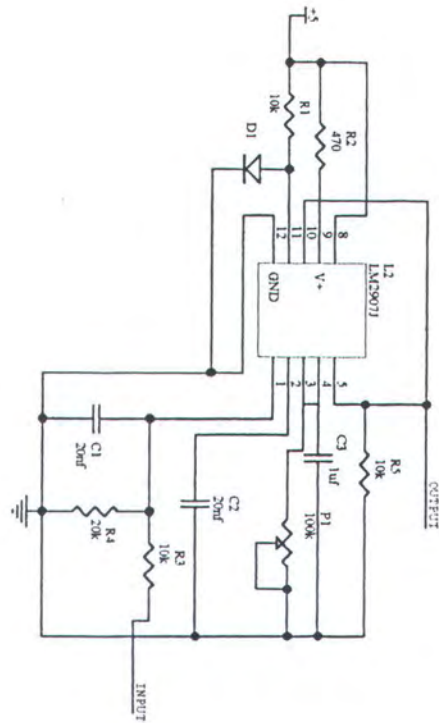


#### 4. Rangkaian Sensor Kecepatan



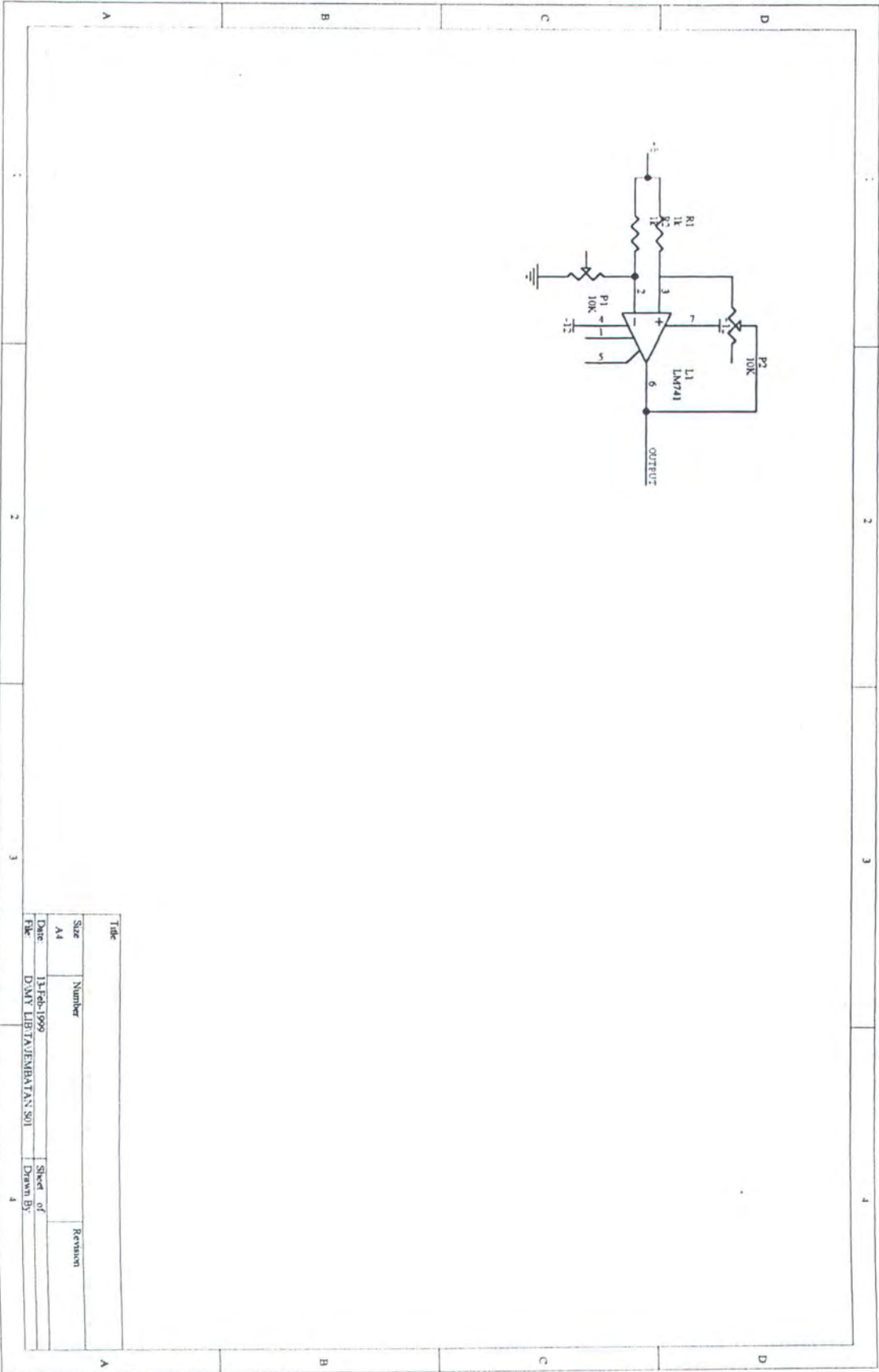
Title	
Size	Return
A4	
Number	
13-Feb-1999	Sheet of
C:\MY LIB\ACFTO S01	Drawn By

## 5. Rangkaian Pengubah Frekuensi ke Tegangan



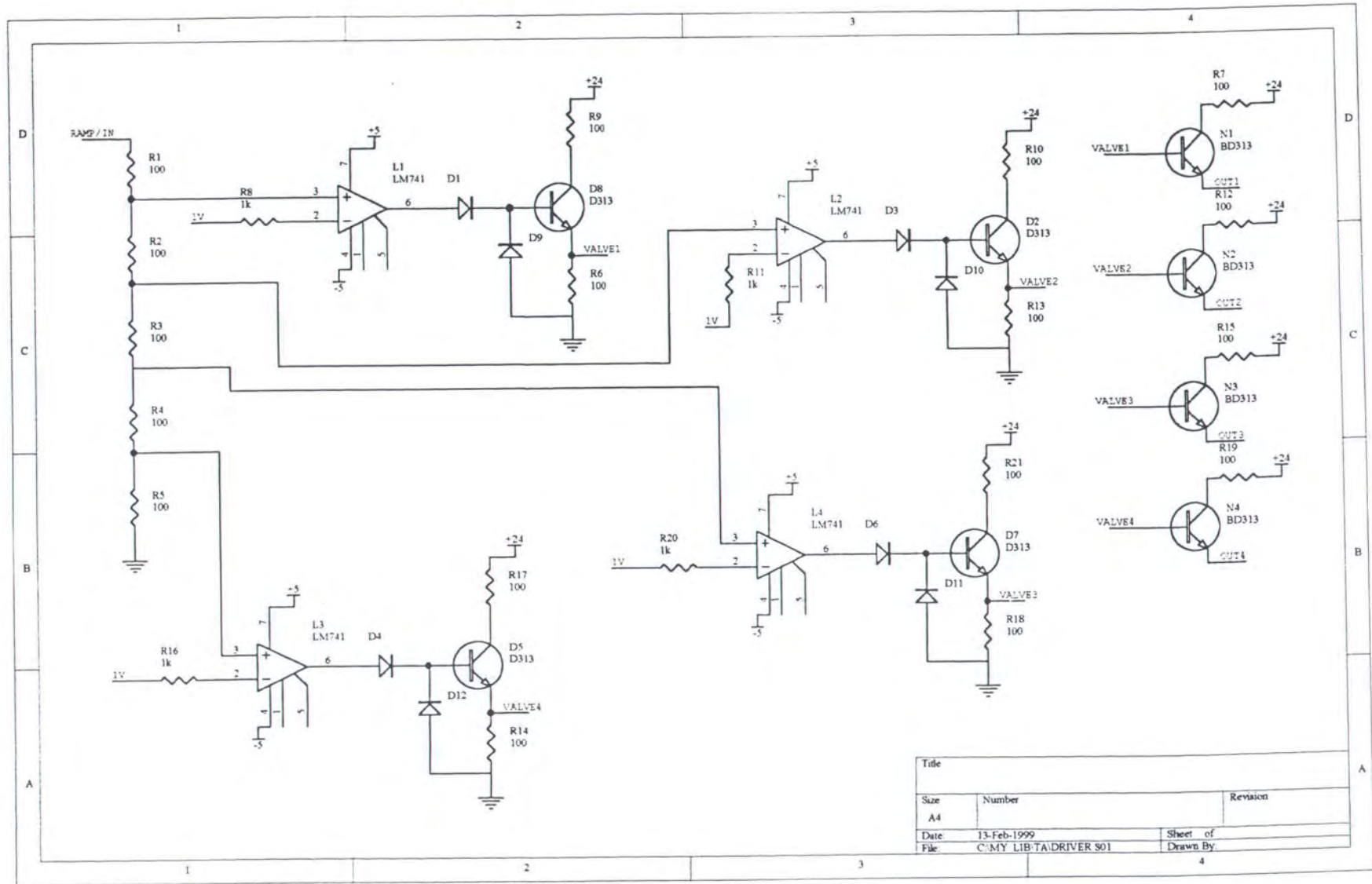
Title	
Size	Revision
A4	Number
Date	Sheet of
13-Feb-1999	
File	Drawn By
C:\NY LIB\AVEL SEN 501	

6. Rangkaian Jembatan

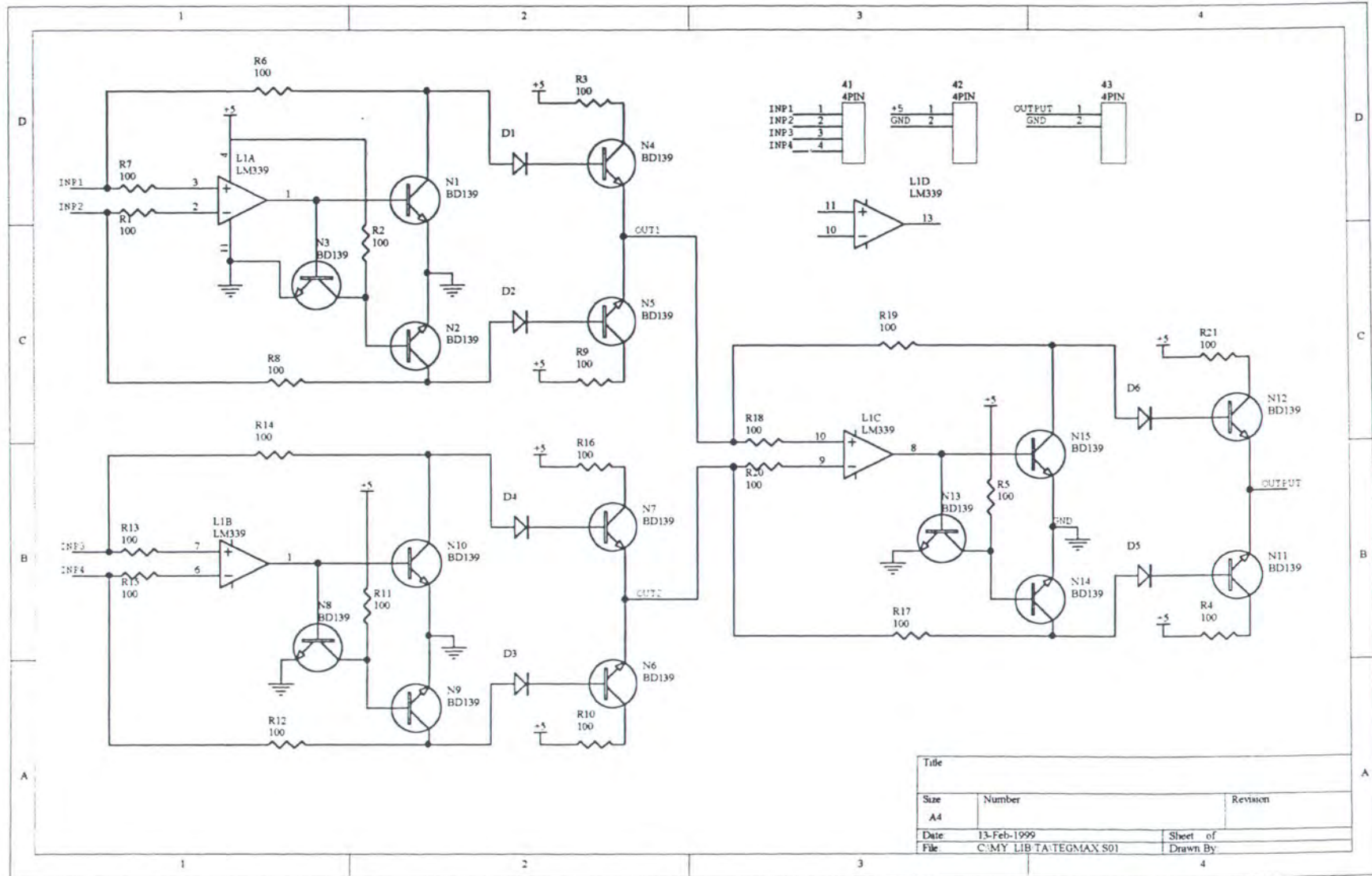




## 7. Rangkaian Driver



## 8. Rangkaian Pencari Tegangan Maksimal



## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Herman Suprpto, lahir di Trenggalek, 27 Februari 1973. Anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak bernama Soekadi dan Ibu bernama Supraptiningsih.

### **Pendidikan yang pernah ditempuh :**

- SDN Sumbergedong I, Trenggalek, Lulus tahun 1985
- SMP Negeri I Trenggalek, Lulus Tahun 1988
- SMA Negeri I Trenggalek, Lulus tahun 1991
- Pada tahun 1991 tercatat sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS, dan diharapkan lulus pada bulan Maret 1999.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai asisten praktikum pada Bidang Studi Elektronika Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS Surabaya



